

# ÁGUA E

# DESENVOLVIMENTO

8º Fórum Mundial da Água

Resultados e Discussões

**Volume 2**

2022 Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal - Adasa



Esta obra é disponibilizada nos termos da Licença Creative Commons – Atribuição – Não Comercial – Compartilhamento pela mesma licença 4.0 Internacional. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte.

As informações contidas nesta publicação são o resultado de análises quantitativas e qualitativas dos documentos gerados durante as sessões ocorridas no 8º Fórum Mundial da Água e foram geradas a partir de uma amostragem de todo material disponível segundo um método desenvolvido para sistematizar a pesquisa sob o tema “Água e Desenvolvimento”.

Os autores deste volume declaram que o conteúdo apresentado reflete única e exclusivamente as análises e opiniões desenvolvidas com o apoio das equipes envolvidas, da literatura citada e da análise do material disponibilizado e que, portanto, não representam qualquer visão ou posição da Adasa sobre os temas abordados.

### Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – Adasa

SAIN Estação Rodoferroviária de Brasília, S/N - Ala Norte

CEP: 70631-900, Brasília - DF

Tel.: (61) 3961-5000

[www.adasa.df.gov.br](http://www.adasa.df.gov.br)

#### Diretoria Colegiada da Adasa

Raimundo da Silva Ribeiro Neto (*Diretor-Presidente*)

Jorge Enoch Furquim Werneck Lima

Vinicius Fuzeira de Sá e Benevides

Felix Angelo Palazzo

Antonio Apolinário Rebelo Figueiredo

#### Ouvidor

Robinson Ferreira Cardoso

#### Coordenação

Jorge Enoch Furquim Werneck Lima

Gustavo Antonio Carneiro

#### Revisão e Edição

Gustavo Antonio Caneiro

Vandete Inês Maldaner

João Pedro Pereira Vazquez

Antonio Apolinário Rebelo Figueiredo

Jorge Enoch Furquim Werneck Lima

#### Pesquisa e Produção

Angelica de Souza Griesinger

(*Pesquisadora líder*)

Adriane Michels-Brito

#### Organização e Sistematização da

Base de Dados

Glauco Kimura de Freitas (2018-2019)

#### Tradução para o Inglês

Global Languages

#### Capa, projeto gráfico e diagramação

Fabiano Bastos

Impresso no Brasil

#### Ficha Catalográfica

---

Água e Desenvolvimento : 8º Fórum Mundial da Água Resultados e  
Discussões – Volume 2 / Brasília, DF : Adasa, 2022.

102 p. : il.

1. Recursos hídricos. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. nexo água-  
energia-alimento. 4. Gestão integrada dos recursos hídricos.

---

# Sumário

<b>Apresentação</b>	<b>5</b>
<b>Resumo Executivo</b>	<b>7</b>
<b>1. Antecedentes e contexto</b>	<b>11</b>
1.1 Água como Insumo ao Desenvolvimento Econômico e o Nexo Água-Energia-Alimento	11
1.2 Financiamento, Tecnologias, Infraestrutura, e Gestão Integrada para a Segurança Hídrica	16
1.3 A Água na Agenda Global	39
<b>2. Métodos</b>	<b>41</b>
2.1 A Organização do 8º Fórum Mundial da Água	41
2.2 Metodologia de Análise do Conteúdo do Fórum	43
2.3 Delimitação do Tema “Água e Desenvolvimento”	46
<b>3. Discussão do tema “Água e Desenvolvimento”</b>	<b>49</b>
3.1 Água como insumo ao desenvolvimento econômico e o nexos água-energia-alimento	49
3.2 Financiamento, Tecnologias, Infraestrutura, e Gestão Integrada para a Segurança Hídrica	63
3.3 Educação e Capacitação para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos	80
<b>4. Conclusões e recomendações</b>	<b>83</b>
4.1 Água como Insumo ao Desenvolvimento Econômico e o Nexo Água-Energia-Alimento	83
4.2 Financiamento, Tecnologias, Infraestrutura, e Gestão Integrada para a Segurança Hídrica	84
4.3 Educação e Capacitação para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (tema transversal)	85
<b>5. Referências bibliográficas</b>	<b>87</b>
<b>6. Anexo 1</b>	<b>93</b>

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> GIRH e o Nexo Água-Energia-Alimento . . . . .	15
<b>Figura 2.</b> Estrutura temática do 8º Fórum Mundial da Água. . . . .	41

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Função de cada processo na organização do 8º Fórum Mundial da Água . . . . .	42
<b>Tabela 2.</b> Tipos de sessões do 8º Fórum Mundial da Água. . . . .	42
<b>Tabela 3.</b> Resumo da base de dados do 8º Fórum Mundial da Água por sessão. . . . .	43

# Apresentação

A Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal - ADASA, em parceria com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e o Conselho Mundial da Água (WWC, sigla em inglês), teve a honra de organizar o maior evento sobre água e saneamento já realizado no planeta, o 8º Fórum Mundial da Água, com a participação de mais de 120 mil pessoas de 172 países. Este Fórum aconteceu em Brasília, de 18 a 23 de março de 2018, sob o tema “*Compartilhando Água*”.

Como dizem os especialistas, o Fórum é muito mais do que um evento que acontece a cada 3 anos, mas um processo permanente de reflexão e discussão dos temas relacionados à água, em suas diferentes dimensões: técnica, política, social, econômica, cultural, ambiental, espiritual, de desenvolvimento, entre outras. Desta forma, seguindo o que propôs o Fórum ocorrido no Brasil, o de compartilhar, a ADASA apresenta um esforço de sistematização dos resultados e discussões ocorridas no 8º Fórum Mundial da Água, como forma de contribuição para a sequência das discussões e dos avanços necessários nos setores de água e saneamento pelo mundo.

Esta publicação é resultado de um estudo, coordenado pela ADASA, que promoveu extensa análise das discussões e documentos gerados durante o referido evento, considerando três grandes recortes temáticos: “*Água e Meio Ambiente*”; “*Água e Desenvolvimento*”; e “*Água e Sociedade*”. Os estudos com foco em cada um desses temas geraram três publicações/ volumes sobre *resultados e discussões do 8º Fórum Mundial da Água*.

Para que se tenha uma ideia do trabalho realizado, após a sistematização do áudio e dos relatórios de aproximadamente 300 sessões ocorridas durante o evento (mais de 400 horas de gravação), foi estabelecida metodologia única para análise e identificação das principais sessões a serem avaliadas em cada um dos estudos. Posteriormente, os diferentes grupos de trabalho ouviram as sessões e analisaram documentos buscando identificar iniciativas, ideias, comentários e experiências que pudessem orientar discussões e indicar tendências e recomendações em relação aos temas propostos.

Nesse segundo volume, que trata do tema “*Água e Desenvolvimento*”, foram extraídas, resumidas e indicadas experiências apresentadas e discutidas sobre seis tópicos-chave selecionados: (i) *água como insumo ao desenvolvimento econômico*; (ii) *nexo água-energia-alimento*; (iii) *água e financiamento*; (iv) *novas tecnologias relacionadas à água*; (v) *infraestrutura hídrica*; e (vi) *gestão integrada necessária para a segurança hídrica*.

Entendemos e esperamos que o resultado do esforço empreendido nessas publicações possa contribuir para o contínuo aprimoramento das ações dos setores envolvidos, não só no desenvolvimento das atividades da ADASA, mas também de todas as instituições e atores que atuam nas áreas de recursos hídricos e saneamento básico em outras partes do mundo.

**Raimundo Ribeiro**

Diretor-Presidente da ADASA

# Resumo Executivo

O Fórum Mundial da Água (FMA), organizado pelo Conselho Mundial da Água em conjunto com instituições do país e da cidade sede, é o maior evento sobre água do mundo e acontece a cada três anos, de forma itinerante. Sua 8ª edição aconteceu em Brasília, Brasil, de 18 a 23 de março de 2018, sob o tema “Compartilhando Água”, e o evento foi coorganizado pela Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (Adasa) e pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). A maioria das sessões e discussões realizadas foi gravada e seus documentos associados foram organizados e sistematizados pela Adasa em uma base de dados.

Esta publicação é resultado de um estudo, coordenado pela Adasa, que promoveu uma extensa análise das sessões do 8º Fórum Mundial da Água, considerando três grandes recortes temáticos: “Água e Meio Ambiente”; “Água e Desenvolvimento”; e “Água e Sociedade”. A publicação é apresentada na forma de uma coleção de três volumes, sendo um volume para cada recorte temático citado.

Este volume apresenta os resultados relativos ao recorte temático “Água e Desenvolvimento”. Foram identificadas experiências, inovações e oportunidades associadas à água como insumo ao desenvolvimento econômico, ao nexo água-energia-alimento, ao financiamento e às tecnologias necessárias para a infraestrutura hídrica, à gestão integrada de recursos hídricos, à segurança hídrica e aos temas transversais de educação e capacitação.

A partir do recorte temático “Água e Desenvolvimento” e considerando os principais tópicos relacionados ao assunto, o estudo percorreu o extenso material apresentado no 8º Fórum, de onde foram selecionadas as sessões mais relevantes para um levantamento minucioso do conteúdo abordado. Foi elaborada uma matriz analítica que traz as experiências, inovações e oportunidades mais significativas sobre o assunto, com as respectivas recomendações. Este volume apresenta ainda um panorama desses achados, contextualizados no cenário atual.

Soluções locais para o abastecimento e o saneamento estão na base do desenvolvimento sustentável global. Fornecimento de água de qualidade e tratamento adequado de esgotos estão diretamente vinculados à saúde da população que,

por sua vez, tem relação direta com a capacidade de trabalho e geração de renda e tributos, bem como com a redução na demanda pelo sistema de saúde, contribuindo para um círculo virtuoso de desenvolvimento econômico.

No âmbito donexo água-energia-alimento, destacaram-se o diálogo intersectorial, a transparência, a tecnologia, o compartilhamento de conhecimento e a governança. A abordagem da gestão da água no território foi observada nas sessões que trataram dos reservatórios para múltiplos usos, do reúso da água, e de políticas públicas associadas ao uso da água na irrigação. Nesse último tópico, são apresentadas experiências de tecnologias associadas a sistemas de irrigação locais.

O reúso teve destaque como grande promessa para ajudar a minimizar os impactos que possíveis crises hídricas possam trazer. Ele aparece tanto como alternativa para ampliar as alternativas de manejo de águas servidas no setor de saneamento, quanto como solução para problemas crescentes de stress hídrico. O Dia da Água nos Negócios realizado durante o Fórum demonstra a preocupação cada vez mais crescente do setor empresarial com relação aos recursos hídricos e os decorrentes impactos nos negócios, tanto na esfera econômica como social e ambiental.

No tema de financiamento para a gestão da água, diferentes arranjos que envolvem a parceria público-privada foram abordados, com destaque para o financiamento combinado (*blended finance*) e o hibridismo como uma forma de incentivar ainda mais o fluxo de capital privado para o setor e reduzir a lacuna de financiamento para o cumprimento das metas do ODS 6 (Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6: Garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos). Outros dois assuntos importantes apresentados no âmbito do tema ‘financiamento’ foram: o papel crucial da governança e a necessidade de financiamento para sistemas de governança eficazes; e a importância da manutenção regular das infraestruturas de água como uma forma de reduzir custos.

A tecnologia para a gestão da água, muito embora com um capítulo especial dedicado ao tema, foi abordada por quase todas as sessões. Os avanços tecnológicos permitiram e permitem encontrar soluções locais associadas ao abastecimento e saneamento, abordar o nexo água-energia-alimento de forma a se ter benefícios dessa integração, monitorar os recursos hídricos e prever eventos associados à água, bem como viabilizar a utilização da água por diversas vezes (água de reúso) no âmbito das cidades, antes de devolvê-la às bacias.

Considerando o crescente processo de urbanização e a perspectiva de que dois terços da população global estejam vivendo nas cidades em 2050, segundo relatórios das Nações Unidas, a gestão da água nas cidades torna-se crucial e

perpassa todos os temas propostos. Foram destacados exemplos de cidades que passaram a considerar o ciclo da água como essencial, de forma a integrar sua gestão aos processos urbanos e no âmbito da bacia hidrográfica, com melhoria para a segurança hídrica, adaptação e mitigação dos efeitos de mudanças climáticas associadas aos recursos hídricos.

A educação e capacitação para a gestão integrada dos recursos hídricos também foi abordada sob a ótica das sessões analisadas, como elemento chave para que a gestão dos recursos hídricos aconteça de forma transversal. Foram identificadas e estruturadas algumas propostas e considerações relativas à capacitação e à educação, como forma de organização do trabalho, conforme os respectivos públicos-alvo: cidadãos usuários de água, trabalhadores e gestores do setor de água e trabalhadores e gestores de outros setores.

Por fim, foram destacadas recomendações que reforçam o comprometimento de todos os participantes do 8º Fórum Mundial da Água em reconhecer o extenso trabalho que ainda há por ser desenvolvido, no sentido de assegurar o atingimento das metas previstas nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), relacionadas direta ou indiretamente à água.



# 1. Antecedentes e contexto

## 1.1 Água como Insumo ao Desenvolvimento Econômico e o Nexo Água-Energia-Alimento

### 1.1.1 Água e o Desenvolvimento Econômico Sustentável

A água é essencial à vida e à sustentabilidade do planeta. Ela permeia todos os aspectos do desenvolvimento socioeconômico, seja para produção de energia e alimentos, processos industriais, consumo humano, transporte, prestação de serviços e atividades recreativas, como para manter o equilíbrio dos ecossistemas terrestres. A água é um fator-chave do desenvolvimento sustentável, porém é um recurso natural limitado e um bem econômico valioso, complexo e insubstituível.

O termo desenvolvimento sustentável é amplamente utilizado. As publicações na área são abundantes e com abordagens e conceitos variados (Giddings et al., 2002; Grzebyk e Stec, 2015; Taylor, 2014).

Meadowcroft, (2007) argumenta que ainda não existe, de fato, um acordo político ou científico sobre a definição de desenvolvimento sustentável, permanecendo como um conceito político ideal, semelhante à democracia, à justiça e à liberdade, ou seja, é universalmente desejado, compreendido de diferentes formas, extremamente difícil de alcançar, não desaparece e envolve a necessidade de equilíbrio no uso dos recursos.

As primeiras expressões desse conceito surgiram na conferência realizada em 1972, em Estocolmo, para discutir questões do ambiente natural. Posteriormente, a Organização das Nações Unidas (ONU), por meio do relatório “Nosso Futuro Comum”, definiu desenvolvimento sustentável como sendo aquele que busca as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades (WCED, 1987). Mas foi na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (1992) que o termo “desenvolvimento sustentável” ganhou notoriedade. A conferência ficou conhecida como a “Cúpula da Terra” e adotou a Agenda 21, um programa

de ação com o objetivo de direcionar o mundo para um modelo mais sustentável de crescimento econômico, conciliando métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica.

Em relação ao setor de recursos hídricos, a agenda 21 destaca, no decorrer do documento, o conflito entre desenvolvimento, água doce, consumo e meio ambiente. Enfatiza a necessidade de preservar as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas dentro dos limites de capacidade da natureza. Ressalta a necessidade da eficiência e da equidade na distribuição da água e o desenvolvimento de tecnologias inovadoras para salvaguardar esse recurso finito e vulnerável (UNCED, 1992).

Cinco anos depois, em 1997, aconteceu uma sessão especial, chamada de “Cúpula da Terra +5” para revisar a implementação da Agenda 21, na qual recomendou-se a adoção de metas juridicamente vinculativas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, garantir maior movimentação dos padrões sustentáveis de uso de água e energia, e erradicar a pobreza (Lopes et al., 2017; ONU Brasil, 2017).

Em 2000, foram lançados os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) e em 2002 a Cúpula Mundial do Desenvolvimento Sustentável buscou transformar os objetivos da Agenda 21 em ações concretas e tangíveis por meio de um plano de implementação. Em 2012, ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, a Rio + 20, mas somente em 2015, por ocasião da Cúpula de Desenvolvimento Sustentável em Nova York, é que foi adotada a Agenda 2030 em que foram definidos os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), a fim de dar continuidade ao trabalho iniciado com os Objetivos do Milênio. São 17 os ODS estabelecidos, que procuram garantir os direitos humanos e a igualdade de gênero, além de mesclar, de forma proporcional, as questões econômicas, sociais e ambientais (Lopes et al., 2017). No âmbito desses objetivos vemos a água novamente como fator central para o desenvolvimento no ODS 6: garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos.

Enfim, a definição que vem sendo construída sobre desenvolvimento sustentável engloba três componentes: econômico, social e ambiental, que juntos e relacionados entre si constituem a base atual do desenvolvimento econômico (Ihlen e Roper, 2014). Esses componentes devem ser trabalhados simultaneamente visando à obtenção de um desenvolvimento duradouro, exigindo portanto mudanças significativas na economia, sociedade e meio ambiente (Grzebyk e Stec, 2015). Dessa forma, o desenvolvimento econômico sustentável deve contribuir para o fluxo de renda mais equilibrado e justo, garantir um conceito que seja socialmente aceito de equidade e preservar o capital produzido pelos seres

humanos e o capital que envolve a preservação dos processos de vida e meio ambiente (Giddings et al., 2002; Grzebyk e Stec, 2015; Pudło, 2014), sendo os recursos hídricos o fator base que permeia todos esses processos.

Segundo a Universidade das Nações Unidas e o Escritório das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável - UNU e UNOSD (2013), a água é um recurso e um setor. Como um setor, é necessário o desenvolvimento de infraestrutura e fundos operacionais; como recurso, ela permeia os setores e requer abordagens integradas à gestão. Financiamento, monitoramento e infraestrutura foram todos identificados como questões de alta prioridade de gerenciamento que os governos atuais enfrentam. O desenvolvimento da água é fundamental para o desenvolvimento econômico e social, e esses desenvolvimentos, por sua vez, aumentam o uso da água e têm consequências ambientais.

Dessa forma, a gestão dos recursos hídricos sempre foi e será um diferencial no desenvolvimento ao longo da história e na mediação de conflitos; afinal, quanto maior a capacidade de uma nação gerenciar esse recurso, maior o seu desenvolvimento, bem-estar social e econômico e menor vulnerabilidade em todos os aspectos, inclusive aos extremos climáticos.

### **1.1.2 Gestão Integrada de Recursos Hídricos e o Nexo Água-Energia-Alimento**

O reconhecimento do acesso à água limpa e segura e ao saneamento básico como um direito humano essencial pela Assembleia Geral da ONU, em 2010, fez com que o recurso água surgisse na agenda dos Estados como elemento base para a erradicação da pobreza e para o desenvolvimento sustentável. A compreensão de que os recursos naturais estão começando a limitar as metas para o desenvolvimento socioeconômico e a visão de que o recurso água é o elo principal de interdependência entre os demais recursos criam o contexto político necessário para o surgimento da abordagem do nexos água-energia-alimento.

O conceito nasce na Conferência Nexos sobre Água, Energia e Segurança Alimentar, preparatória para a Rio+20, promovida pelo governo alemão e as Nações Unidas em 2011. De acordo com o documento elaborado por Hoff (2011) para a conferência, o conceito de nexos água-energia-alimento surgiu em resposta às incertezas relacionadas ao clima, capitalizadas pelas mudanças climáticas e as mudanças sociais, incluindo crescimento populacional, globalização, crescimento econômico e urbanização, tendo como base teórica a gestão adaptativa desses recursos.

A identificação das ligações entre esses principais setores de recursos naturais e a melhoria conjunta de sua eficiência foram consideradas numa estratégia

vantajosa - “*win-win-win strategy*” (estratégia ganha-ganha-ganha em português) - para o bem-estar humano e a sustentabilidade ambiental (Ringler et al., 2013). Trata-se de equilibrar diferentes metas e interesses dos usuários de recursos, mantendo a integridade dos ecossistemas. O nexo enfatiza a promoção da cooperação com vários setores e oferece a oportunidade de romper as divisões disciplinares (Endo et al., 2017).

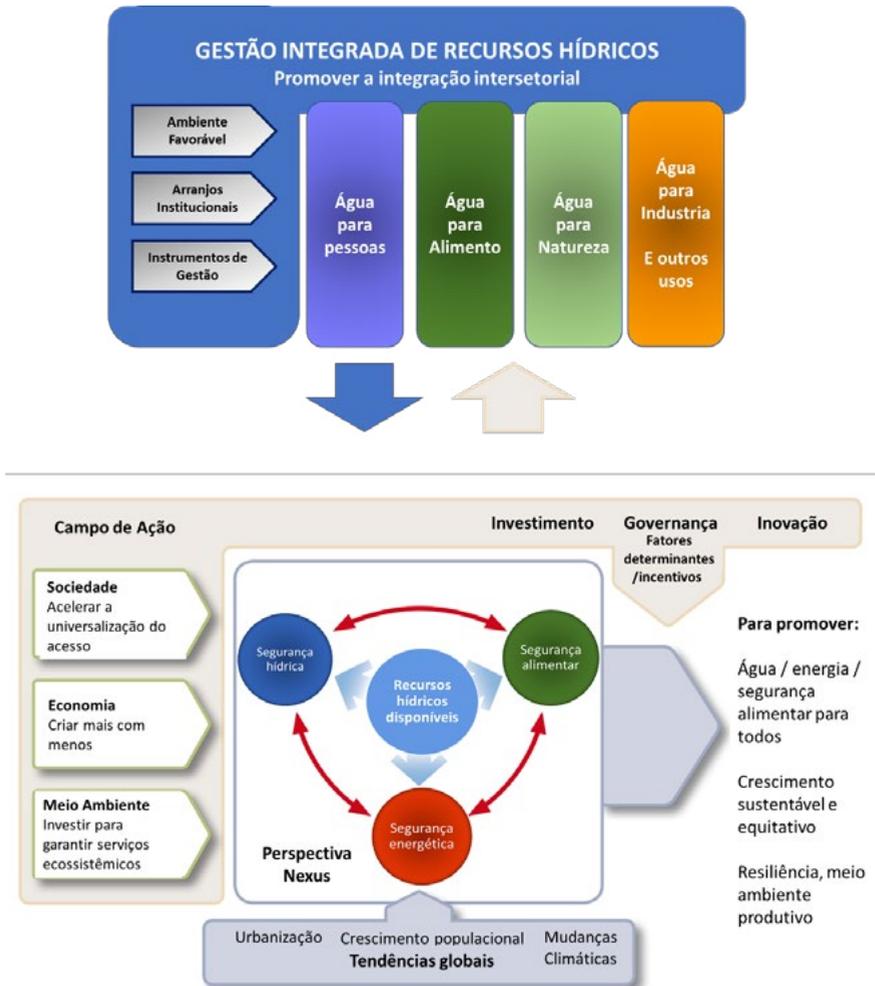
Segundo Ringler et al. (2013), a abordagem do nexos se concentra em aumentar a eficiência do uso de recursos, buscando maximizar os benefícios do recurso mais escasso, e produz benefícios intersectoriais, que podem ser aprimorados por meio da cooperação, por exemplo, de uma plataforma de Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), que exige um comportamento cooperativo entre os atores.

A *Global Water Partnership* (GWP) define a GIRH como “um processo que promove o desenvolvimento e o gerenciamento coordenados de água, terra e recursos relacionados, a fim de maximizar o bem-estar econômico e social resultante, de maneira equitativa, sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas vitais” (GWP, 2000) e, portanto, inclui “terra e recursos relacionados” na definição.

Entretanto, segundo Ringler et al. (2013), o conceito de GIRH raramente foi além do setor de água nas bacias hidrográficas e acabou não ganhando a força necessária devido aos diversos interesses e conflitos na (má) gestão da água existente e à pouca evidência na construção de um mercado de água, em comparação com os mercados de energia, alimentos e até de terras.

Portanto, a GIRH e o conceito nexos acabam por se tornar estratégias complementares onde o nexos enfatiza o envolvimento com outros setores para promover o bem-estar social e a equidade, enquanto a GIRH se concentra mais em uma abordagem abrangente dentro do setor da água ao mesmo tempo que fornece as ferramentas para a sua implementação. Ambas são abordagens relacionadas à gestão, são multisetoriais e ajudam a permitir um crescimento sustentável e a proteger serviços ambientais essenciais (UNDESA/DSDG).

Finalmente, o investimento em segurança hídrica apresentou-se mais recentemente como estratégia fundamental para impulsionar e manter o crescimento sustentável. Portanto, o desafio da segurança hídrica é global e crescente. À medida que as populações, cidades e economias crescem e o clima muda, uma pressão maior está sendo exercida sobre os recursos hídricos, aumentando a exposição de pessoas e ativos aos riscos da água e aumentando a frequência e a gravidade de eventos climáticos extremos (OECD, 2016). Hoff (2011) traz uma abordagem sistêmica entre o nexos e o investimento (Figura 1) que adaptamos aqui para caracterizar a complementariedade que existe entre a abordagem nexos, GIRH e o investimento para permitir o acesso aos recursos hídricos disponíveis e garantir a segurança hídrica, alimentar e energética.



**Figura 1.** GIRH e o Nexo Água-Energia-Alimento  
Adaptado de Hoff (2011) e GWP (2000)

## 1.2 Financiamento, Tecnologias, Infraestrutura, e Gestão Integrada para a Segurança Hídrica

### 1.2.1 Segurança Hídrica

Água é a base do desenvolvimento e bem-estar humano e gerir um acesso de qualidade a esse recurso significa garantir desenvolvimento econômico sustentável. A humanidade, desde os primórdios, esforça-se para obter os recursos hídricos necessários para o abastecimento e irrigação e ao mesmo tempo limitar as perdas por inundações. Essa constante luta para aproveitar as oportunidades, gerenciar os riscos e, ao mesmo tempo, atender às demandas sociais e ambientais, está no centro da segurança hídrica (Sadoff et al., 2015).

A água é transversal, permeia todos os setores e, sem uma visão sistêmica, a segurança hídrica e o desenvolvimento econômico ficam comprometidos. Por exemplo:

- ▶ *A água é fator central da adaptação às mudanças climáticas:* Os impactos das mudanças climáticas serão sentidos (manifestados), principalmente, pela água, provocados por alterações na frequência e intensidade dos eventos hidroclimáticos extremos. Esses impactos se enquadram em três categorias principais - pouca água (secas, escassez de água), muita água (inundações) e muita água suja (poluição). Diversas cidades ao redor do mundo, incluindo cidades no Brasil, já enfrentam esses impactos nos principais setores usuários da água, como a agricultura, a geração de energia, a pesca, a indústria, entre outros (Babel et al., 2020).
- ▶ *Deslocamentos humanos:* Os desastres naturais hidrológicos e o acesso a água limitado ou comprometido têm um custo alto para a economia global e estão vinculados às grandes crises humanitárias, inclusive provocando grandes deslocamentos de pessoas de forma repentina e temporária. Quando existem percepções de riscos futuros, esses deslocamentos podem se tornar permanentes, e cerca de 90% de todas as catástrofes naturais são vinculadas às questões hidrológicas extremas. Estimativas globais relatam que até 2050, cerca de 150 a 200 milhões de pessoas serão permanentemente deslocadas devido a secas, inundações e furacões (Michels Brito, 2018; Milletto et al., 2017; Osterwalder, 2011).
- ▶ *Acesso à água e ao saneamento:* Quase 2,2 bilhões de pessoas em todo o mundo não têm acesso a serviço seguro de abastecimento de água e 4,4 bilhões não têm acesso a serviço de saneamento (UNESCO e UN-Water, 2020a). Não é de surpreender, portanto, que a crise da água seja a maior

ameaça à prosperidade global. Destaca-se que, muitas vezes, os mais pobres e vulneráveis são os que pagam os maiores preços pelo acesso à água. Esses altos custos são devidos, em parte, à falta de infraestrutura ou meios para explorar a infraestrutura, o que faz com que tenham que pagar por água engarrafada ou de poço. Muitos dos que não têm acesso contam apenas com fornecedores informais de água - conhecidos como “a máfia de caminhões-tanque” – presentes em favelas de todo o mundo. O preço da água nesses mercados informais é muito mais alto do que o preço formal cobrado pelas concessionárias, podendo chegar a US\$ 15 por metro cúbico (Boccaletti e White, 2016; UNESCO e UNESCO i-WSSM, 2019). Eles também pagam sob a forma de perda de renda e doenças. A Organização Mundial da Saúde estimou que as perdas econômicas globais associadas ao suprimento inadequado de água e saneamento são de aproximadamente US\$ 260 bilhões por ano. Em resumo, a falta de acesso a redes seguras e eficientes de água encanada impõe ainda mais custos, impactos e desafios aos mais pobres (UNESCO e UNESCO i-WSSM, 2019).

Segurança hídrica é um conceito em formação e, conforme o setor, surge com diferentes enquadramentos e definições, mas que, de uma forma geral, são bastante similares e convergem para a mesma ideia central (Castro, 2018; Chiluwe e Claassen, 2020). Grey e Sadoff (2007) trouxeram ao conceito o foco na questão do risco e da disponibilidade de água definindo segurança hídrica como “*disponibilidade de uma quantidade e qualidade aceitáveis de água para a saúde, meios de subsistência, ecossistemas e produção, juntamente com um nível aceitável de riscos relacionados à água para pessoas, ambientes e economias*”. Em 2013, a OCDE enfatiza novamente a questão do risco definindo que segurança hídrica é gerir riscos associados à água, mas incluindo riscos de armazenamento de água, do seu excesso e poluição, assim como os riscos de enfraquecer ou debilitar a resiliência dos sistemas de água doce (Melo e Johnsson, 2017).

De acordo com a ONU-INWEH (2013), segurança hídrica é *a capacidade de uma população de salvaguardar o acesso sustentável a quantidades adequadas de água de qualidade para garantir os meios de sobrevivência, o bem-estar humano, o desenvolvimento socioeconômico; para assegurar proteção contra poluição e desastres relacionados à água; e para preservar ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política*. O foco principal nessa definição foi o acesso à água. Assim, a ONU coloca que a água deve ser gerenciada de forma sustentável durante todo o ciclo hidrológico, de forma interdisciplinar, de modo a contribuir para o desenvolvimento socioeconômico e reforçar a resiliência da sociedade a impactos ambientais e doenças transmitidas pela água, sem comprometer o presente e o futuro (Bigas et al., 2013).

A segurança hídrica também se concentra na capacidade de uma população de atingir as metas relacionadas à água. Cabe destacar que o termo capacidade, nesse conceito, faz referência a vários elementos, como finanças, governança, inovação e recursos humanos, entre outros. As definições de gestão da água apontam para os mesmos objetivos da segurança hídrica, mas se concentram no processo de como são atingidos (UNESCO e UNESCO i-WSSM, 2019).

A ONU considera os elementos abaixo como os principais para alcançar e manter a segurança hídrica (Bigas et al., 2013) e, para complementar, acrescentamos o financiamento e as inovações:

- ▶ Acesso a água potável segura e suficiente a um custo acessível;
- ▶ Proteção de meios de subsistência, direitos humanos e valores culturais e recreativos;
- ▶ Preservação e proteção de ecossistemas em sistemas de alocação e gerenciamento de água - alocação justa, eficiente e transparente;
- ▶ Abastecimento de água para atividades e desenvolvimento socioeconômico (como energia, transporte, indústria, turismo);
- ▶ Tratamento de água residual para proteger a vida humana e o meio ambiente da poluição;
- ▶ Abordagens colaborativas para a gestão transfronteiriça dos recursos hídricos dentro e entre países;
- ▶ Capacidade de lidar com incertezas e riscos relacionados à água, como inundações, secas e poluição, entre outros;
- ▶ Boa governança - com a observação dos interesses de todas as partes por meio de legislação e regulamentação apropriadas e eficazes, instituições transparentes, participativas e responsáveis, infraestrutura adequadamente planejada, operada e mantida e desenvolvimento das capacidades;
- ▶ Financiamento - novas fontes de financiamento para complementar o financiamento do setor público, incluindo investimentos do setor privado e esquemas de microfinanciamento;
- ▶ Inovações científicas, tecnológicas e não tecnológicas para apoiar todas essas atividades de gestão, como monitoramento, conservação, recuperação e reutilização, redução de custos e eficiência no fornecimento e uso dos recursos hídricos.

Esses elementos são fatores que variam e muitas vezes estão fora do domínio do setor água. Portanto, a abordagem da segurança hídrica requer colaboração interdisciplinar entre setores, comunidades e fronteiras políticas, para que o potencial de competição ou conflito de recursos hídricos, entre setores e entre usuários de água, seja gerenciado adequadamente (Zeitoun, 2011).

As dimensões da segurança hídrica variam, dependendo do contexto e da abordagem. A GWP apresenta três dimensões para a segurança hídrica: econômica, social e ambiental. Para que seja possível garantir segurança hídrica, dentro de todas as variáveis que a compõem, destacamos a importância da governança e do marco legal. Sem esses aspectos, o financiamento e as novas tecnologias ficam prejudicadas, e a gestão integrada dos recursos hídricos fica comprometida.

## Segurança Hídrica no Brasil

Apesar da grande disponibilidade hídrica no Brasil, a segurança hídrica representa um desafio a ser superado em função do padrão de distribuição heterogêneo da água. As áreas com maior abundância possuem baixa concentração populacional e outras regiões vivenciam longos períodos de estiagem (ANA, 2017, 2007). Além disso, a gestão inadequada da água submete (em função de falta de infraestrutura ou de manutenção inadequada) até mesmo regiões com água em abundância, a períodos de crise hídrica. É a prevalência de abordagens setorializadas e fragmentadas que torna as crises da água em crises de governança (Zamignan, 2018), e vice-versa, fato que não é privilégio do Brasil, mas atinge muitos países.

Segundo o relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (ANA, 2015, 2016, 2017), desde 2012 ocorreram reduções acentuadas de chuvas, em relação à média histórica anual, em algumas regiões do Brasil. Essas reduções resultaram, a partir de 2014, numa severa crise hídrica, mostrando que as alterações climáticas são outro fator a somar nas crises. Como consequências, foi necessária a introdução de racionamento de água para a população, inclusive em regiões onde situações extremas de seca não são comuns, como no sudeste do país.

O Distrito Federal passou por crise semelhante entre 2016 e 2018 (Lima et al., 2018), tendo como origem a mesma combinação de fatores: chuvas abaixo da média histórica, altas temperaturas, ocupação desordenada do solo, captações clandestinas e aumento da população (Governo do Distrito Federal, 2017). Mas foram essas crises que proporcionaram maior destaque ao conceito de segurança hídrica e os maiores avanços na agenda da água (Castro, 2018; Lima et al., 2018).

A legislação vigente sobre a água no Brasil é ampla, começando pela Constituição Federal que, em seu bojo, colocou a água sob a proteção dos membros do pacto federativo ao garantir o meio ambiente como direito fundamental (artigo 225) e estabeleceu como bens dos estados brasileiros as águas superficiais ou subterrâneas, ressalvadas aquelas de domínio da União (artigo 26, inciso I). Com a Lei 9.433/97 se instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) que trouxe as bases para a construção do conceito de segurança hídrica, estabeleceu normas para a gestão dos recursos hídricos (descentralizada e participativa),

declarou ser a água um bem de domínio público (artigo 1º, I) e reconheceu tratar-se de recurso limitado, dotado assim de valor econômico (artigo 1º, II) (Martins e Oliveira, 2019).

## Governança e o Marco Legal

Considerando que a governança é tópico que perpassa todas as discussões desta publicação, é essencial contextualizá-la no âmbito da interface com a Gestão Integrada de Recursos Hídricos, primeiramente compreendendo a distinção entre governança e gestão. A governança diz respeito aos objetivos fundamentais, processos institucionais e estruturas que são a base para o planejamento e a tomada de decisão, e define o estágio em que ocorre a gestão; enquanto a gestão é o processo pelo qual os recursos humanos e materiais são aproveitados para atingir um determinado objetivo dentro de uma estrutura institucional definida (Granit et al., 2017).

O marco legal e as regulamentações também são essenciais para enfrentar os desafios complexos do setor da água e compõem uma das bases do sistema de governança do setor hídrico. Sem uma estrutura legal apropriada, a capacidade do Estado de regular, controlar e alocar seus recursos hídricos se torna ineficiente, comprometendo seu papel em garantir o uso eficiente e adequado dos recursos. Além disso, a possibilidade de degradação aumenta pois não há meios de garantir a proteção dos recursos, de promover a mitigação e adaptação a mudanças climáticas e nem a implementação de inovações científicas, tecnológicas e não tecnológicas.

Assim, o componente jurídico da governança desempenha papel relevante na gestão dos recursos hídricos em todas as escalas, desde a legislação local, incluindo a nacional (que engloba o uso doméstico) até aos tratados internacionais que regem as águas compartilhadas (transfronteiriças) por nações soberanas. Segundo a GWP (2017a), são 3 as principais funções da legislação da água:

- ▶ Identificar os direitos e obrigações legais dos usuários de água, públicas e privadas, e demais atores vinculados ao uso da água e fornecer os parâmetros normativos para o desenvolvimento e a gestão dos recursos hídricos com objetivo de promover o interesse público;
- ▶ Fornecer ferramentas para garantir a integridade contínua do fluxo de atividades - isto é, por meio de estruturas de governança, mecanismos de monitoramento, avaliação e facilitação do cumprimento, prevenção e solução de conflitos; e
- ▶ Permitir modificações do fluxo de atividades existentes, a fim de ser capaz de se adaptar às novas necessidades e circunstâncias.

O elemento multissetorial da gestão da água nos traz a compreensão da necessidade de assegurar a coordenação entre os diferentes usos. É função das leis, políticas públicas ou direitos de propriedade regular esses diferentes usos e garantir a coordenação entre usos que não têm necessariamente os mesmos objetivos, ou os mesmos termos de uso. A regulamentação é primordial, pois é através dela que se definirão as regras de como usar a água, quando será possível usar a água e quem poderá usar a água. É por meio da regulamentação que se tem o desafio de trazer a coerência aos diferentes usos, pois as metas e os objetivos desses usos muitas vezes diferem conforme o setor.

A multissetorialidade levanta o problema dos marcos regulatórios cruzados. Com efeito, se as regras ou políticas públicas são definidas apenas com uma lógica setorial, corre-se o risco de problemas de consistência para a regulação geral do sistema de recursos.

Por exemplo a regulamentação trata do confronto entre o uso de energia hidrelétrica e a sobrevivência ou funcionamento adequado dos ecossistemas aquáticos. Em razão disso, em muitos países, são utilizados os instrumentos que definem a vazão residual ou remanescente por meio de implantação de leis nacionais (federais) de proteção da água, garantindo que haja uma quantidade mínima de água que deve permanecer sempre no rio para garantir sua sustentabilidade – o que seria uma vazão ecológica. Outro exemplo, é a oposição entre a proteção da água e o descarte de águas residuárias. São necessárias leis que abordem como deve ser tratada a questão das águas residuárias, com as devidas regulamentações estabelecendo padrões de qualidade para as águas tratadas e reintroduzidas no ciclo hidrológico natural. Essas regulamentações precisam regular, além do ponto de partida e o ponto de chegada da água, a infraestrutura usada, considerando a taxa de renovação dessa infraestrutura como a troca de tubulações para evitar vazamentos ao longo do caminho.

Esses exemplos mostram o risco de inconsistência entre setores com objetivos diferentes e o quanto se torna necessária uma visão sistêmica e integrada do recurso para que o marco regulatório e suas regulamentações cumpram a garantia de disponibilidade da água de forma sustentável.

É importante considerar duas características principais dos recursos hídricos: primeiro que esse recurso é essencial e indispensável à vida, mas também a muitos processos industriais que produzem os bens e serviços que são essenciais no dia a dia. Segundo, que a água é um recurso limitado, difícil de substituir e pode ter usos extremamente dependentes (usos consuntivos), como água potável e irrigação, além de usos não tão óbvios (usos não consuntivos) como a manutenção de paisagens, o transporte de sedimentos, a sobrevivência de ecossistemas entre outros.

A água também deve ser compartilhada com um número significativo de outros usuários. Assim, a multissetorialidade é, antes de tudo, uma questão de rivalidade entre usos, mas não necessariamente essas rivalidades significam conflitos. É natural que existam rivalidades quando vários usos dependem do mesmo recurso, no entanto, com um marco regulatório bem definido, políticas públicas claras, direitos regulamentados, monitoramento, conhecimento e transparência, é possível o avanço no desenvolvimento sustentável de forma pacífica entre os setores.

### 1.2.2 Água e Financiamento

A água é um recurso natural que precisa de constante investimento para poder atender as diversas e crescentes demandas e, assim, garantir a segurança hídrica. Para que seja possível atender a todas as necessidades é necessária uma boa governança e, para se alcançar uma boa governança, torna-se imprescindível que se criem estruturas de investimento de forma a garantir o seu financiamento. A importância da boa governança é sempre identificada para garantir o ambiente propício para atrair financiamentos, mas muitas vezes negligenciada no aspecto de seu próprio investimento e financiamento.

A relação entre governança da água e o seu financiamento não é uma discussão nova. Por exemplo, a apresentação do Relatório de Camdessus (2003) no 3º Fórum Mundial da Água em Quioto, no Japão, proporcionou ao tema “financiamento da água” uma maior visibilidade. Se intensificaram as discussões sobre novas formas de financiamento para viabilizar a prestação de serviços essenciais necessários para cumprir os ODMs e as mudanças necessárias nos métodos de governança para tornar isso possível. Além de se concentrar na água e no saneamento, o relatório trouxe um estudo pioneiro sobre o financiamento da infraestrutura hídrica e os elementos gerais da segurança da água (Winpeny, 2003). Ficou claro que, sem boa governança, responsabilidade, participação, descentralização, transparência, junto com compromisso dos governos e a capacidade de administrar e usar os fundos de forma eficiente, o financiamento não seria atraído para o setor da água (Rees et al., 2008; UNESCO e UNESCO i-WSSM, 2019).

Segundo Money (2018b), o panorama descrito no relatório de Camdessus é ainda reconhecido atualmente. As áreas consideradas prioritárias aparecem consistentemente nos documentos de recomendações de políticas e os atributos de risco dos projetos hídricos são praticamente os mesmos, como:

- ▶ a necessidade da maioria dos projetos exigir um alto investimento inicial, que é pago em pequenas parcelas durante um longo período, não atraindo muitos investidores;

- ▶ o setor de água geralmente oferece uma baixa taxa de retorno sobre os investimentos, já que as tarifas de água cobradas dos consumidores são geralmente reguladas (e devem ser reguladas);
- ▶ os investidores internacionais enfrentam o risco cambial, já que os retornos de seus investimentos são geralmente gerados em moeda local;
- ▶ o elevado risco de execução para o projeto, pois os desenvolvedores locais podem não ter capacidade financeira, técnica ou gerencial para supervisionar um projeto complexo;
- ▶ o risco de pressão política sobre contratos e tarifas, principalmente quando a estrutura regulatória é fraca ou inconsistente; e
- ▶ o risco contratual, principalmente em projetos de longo prazo.

A relação governança e finanças também foi abordada no relatório de Gurría, no 4º Fórum Mundial da Água, realizado na cidade do México, em 2006. Nesse relatório, as recomendações de Camdessus foram revisadas e houve maior foco no financiamento da infraestrutura de água para agricultura e para gerenciar recursos hídricos. Não foram considerados, de forma clara, os diversos serviços prestados pelos sistemas hídricos e as diferentes funções de gerenciamento necessárias para fornecê-los e, muitos menos, foram considerados os requisitos de financiamento para viabilizá-los. Entende-se que foi dada pouca ênfase aos financiamentos dedicados aos mecanismos de gestão e de governança de recursos hídricos (Rees et al., 2008). O financiamento desses mecanismos é essencial para viabilizar a desejada boa governança e, assim, o ambiente seguro e propício a captar demais recursos financeiros que possam fomentar e consolidar um mercado forte e com oportunidades atrativas no setor da água.

No entanto, se abordou a questão da descentralização e da delegação de funções e responsabilidades a governos locais para o fortalecimento de suas capacidades a fim de atrair e gerenciar aumento de receitas (Payen, 2006; van Hofwegen, 2006). O relatório também observou como a infraestrutura de água é financiada por tarifas, impostos e transferências (3Ts, em inglês), e mostrou os desafios que cada um desses meios enfrenta. As tarifas são restringidas pela disposição limitada de cobrar pelos serviços domésticos de água e irrigação, bem como por questões de acessibilidade. As receitas fiscais são instáveis, especialmente em países que se encontram ainda na fase consolidação fiscal (instabilidade política e fiscal), e os investimentos em água competem com outras prioridades por fundos públicos. As transferências da comunidade internacional podem ajudar a financiar a infraestrutura hídrica nos países em desenvolvimento, mas são menos eficazes na operação e manutenção do financiamento (UNESCO e UNESCO i-WSSM, 2019).

O relatório da OCDE (OECD, 2010), “Mecanismos inovadores de financiamento para o setor de água”, constitui também um passo relevante no debate internacional sobre financiamento. Nesse relatório se discutiu a importância do planejamento financeiro estratégico para encontrar a combinação certa dos 3Ts (tarifas, impostos e transferências) para alcançar as metas de água e saneamento e se aprofundou o debate sobre as fontes de financiamento reembolsáveis com base em fundos privados, incluindo também os empréstimos concessionais. O estudo TrackFin (WHO, 2016) também abordou essas questões e ampliou a discussão do financiamento e dos fluxos financeiros respectivos.

A GWP, em sua página eletrônica (GWP, 2017b), trata das Estruturas de investimento e financiamento (A3) – criação e financiamento de recursos para atender as necessidades de água – e coloca a necessidade de investimento na conservação, gestão e desenvolvimento dos recursos naturais que sustentam o abastecimento de água, na implantação de tubulações, construção de represas, obras de captação e tratamento, bombas, sistemas de distribuição, hidrelétricas, e na infraestrutura flexível, incluindo os sistemas de tecnologia da informação (TI). Argumenta que o custo para realizar esses investimentos precisa ser financiado, seja com cobrança aos usuários de água, investimentos de orçamentos governamentais, ajuda externa, empréstimos comerciais, entre outros. Salienta que mesmo que a maior parte dos investimentos em infraestrutura de água seja de origem pública, existe envolvimento crescente de associações de usuários de água e entidades comerciais privadas no compartilhamento desses custos. Também enfatiza que, dentro da estrutura geral do Planejamento Financeiro Estratégico, a abordagem 3Ts tem formado um consenso, começando por reconhecer que, em última instância, a água é paga por essas três fontes. Essas fontes criam um fluxo de receitas futuras que podem ser usadas para alavancar fontes comerciais de financiamento que eventualmente precisam ser atendidas e reembolsadas com essas receitas. A visão da GIRH para estruturas de investimentos é focar nos elementos de financiamento sustentável da água e, ao mesmo tempo, aprimorar a coordenação financeira geral de maneira a minimizar os erros dessas alocações e investimentos (GWP, 2017b).

O relatório “*Water: Fit to Finance?*” do painel de alto nível sobre Infraestrutura de Financiamento para um Mundo Seguro em relação à Água, organizado pelo Conselho Mundial da Água (WWC) e pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), focou na premência do alinhamento das necessidades de financiamento com as fontes de financiamentos e na busca por estratégias para as diferentes situações com os diferentes canais de financiamento (WWC e OECD, 2015). Com o foco na ajuda e no financiamento multilateral, os estudos abordados no relatório tenderam a se concentrar em questões gerais

de projetos de infraestrutura, em vez de questões de gestão setorial, de forma a envolver operações e gestão juntamente com as necessidades de renovação de infraestruturas. No entanto, a segurança hídrica envolve mais do que novos projetos e exige que as partes interessadas também tratem de questões que escapam da tela do radar do financiamento de projetos. Os projetos são um foco conveniente para financiamento porque têm início e fim, e geralmente estão vinculados ao desenvolvimento de infraestrutura, que podem ser utilizadas para garantir dívidas (UNESCO e UNESCO i-WSSM, 2019).

O financiamento da segurança hídrica envolve muitos atores como governos, usuários (industrial, comercial e doméstico), legisladores, proprietários de terra, bancos e outras instituições financeiras, concessionárias de água, prestadores de serviços, agências doadoras, reguladoras, organizações da sociedade civil, entre outros. Esses atores, independentemente de terem papéis centrais nas questões do financiamento, têm influência nas fontes ou nos usos do mesmo, o que demonstra como a situação é complexa e como é grande o desafio a ser enfrentado para a concretização da universalização do acesso a água e o atingimento das metas do ODS 6.

Em 2018, o Conselho Mundial da Água (Money, 2018a) propôs dez ações para financiamento da infraestrutura de água, como uma alternativa para suprir a grande lacuna entre o investimento atual e o valor necessário para que os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável sejam alcançados até 2030.

Abaixo, são descritas cada uma das dez ações, algumas com alguns exemplos (Money, 2018a):

### 1) Desenvolver uma tipologia de projetos em infraestrutura hídrica.

A tipologia de infraestrutura hídrica ajudará a alinhar projetos específicos com o financiamento mais apropriado disponível. A infraestrutura hídrica opera desde a escala da bacia hidrográfica (ou de rio), passa pela infraestrutura enterrada até chegar à torneira de uso doméstico. Abrange funções a montante, incluindo bombeamento, desvio, transporte, armazenamento, tratamento e distribuição e as funções a jusante, como serviços de esgoto, tratamento e saneamento.

Exige capital intensivo, com financiamento necessário para cobrir os custos iniciais de construção que normalmente são pagos em longos períodos. Projetos tão diversos como abastecimento de água e saneamento, proteção contra enchentes, irrigação, reservatórios, entre outros, incorporam diferentes níveis de intensidade de capital, têm diferentes tipos de riscos e períodos de retorno econômico, financeiro e social variados. Por isso, alinhar projetos específicos com fontes de financiamento cujos mandatos de investimento correspondem aos atributos do projeto pode reduzir os custos do financiamento do projeto

e acelerar o ritmo em que os projetos são financiados, bem como aumentar a probabilidade de os projetos encontrarem financiamento apropriado.

Dessa forma, as assimetrias de conhecimento entre o lado da oferta (governos, parceiros técnicos, desenvolvedores) e o lado da demanda (financiadores de projetos, investidores) são amenizadas, trazendo para os desenvolvedores o conhecimento de quais fontes de financiamento são apropriadas para um projeto e facilitando o acesso a uma carteira de projetos que se adapte às necessidades dos investidores.

Existem várias formas de classificação que podem ser aplicadas a uma tipologia, incluindo escala, função e ambiente operacional. Os fundos especializados podem se concentrar no perfil de sustentabilidade de um projeto na medida em que a infraestrutura é ‘natural’ ou ‘verde’. Os acordos de financiamento e propriedade propostos podem ser, por exemplo do tipo BOT (*Build, Operate, Transfer* ou Construir, Operar e Transferir em português) ou BOOT (*Build, Operate, Own, Transfer* ou Construir, Operar, Possuir e Transferir).

Uma forma de visualizar essa primeira ação proposta por Money (2018a) são as várias configurações funcionais de parcerias público-privadas para gestão de águas residuais. Essas parcerias com o setor privado criam, por exemplo, condições de financiamento de estações de tratamento de águas residuais por meio de contratos de construção-operação-transferência (BOT). Elas também podem apresentar arranjos institucionais de apoio e de colaboração que podem facilitar a coleta, o tratamento, o uso adequado e/ou o descarte seguro de águas residuais. As instituições locais podem fornecer assistência técnica em relação ao desvio de água e métodos de irrigação no nível da fazenda para reduzir a exposição potencial dos trabalhadores rurais a patógenos e produtos químicos prejudiciais. Além disso, podem auxiliar no estabelecimento de um período mínimo entre as datas da última irrigação e a colheita da safra para reduzir o risco de contaminação por produtos agrícolas. Em troca, as instituições locais podem considerar a implementação de programas de certificação para produtos agrícolas seguros para o consumidor, particularmente em mercados onde os agricultores locais vendem seus produtos (Qadir, 2018) e recebem preços diferenciados por esses produtos.

## 2) Desenvolver uma tipologia de investidores em infraestrutura hídrica.

Isso ajudará a alinhar projetos com financiamento acessível em termos de fonte (pública ou privada), apetite de risco e retorno (econômico, social, financeiro) e mandato (horizonte de tempo, objetivos e impactos).

Os governos são e continuarão a ser investidores essenciais em infraestrutura hídrica principalmente em mercados emergentes e economias em desenvolvi-

mento. No entanto, o setor público está em constante pressão e é fundamental que, para aumentar essas fontes de financiamentos, se identifique melhor os projetos que precisam de investimento governamental para se tornarem viáveis e os projetos que podem ser financiados principalmente ou exclusivamente com capital privado. Por isso, melhorar a classificação dos projetos de infraestrutura ajuda a identificar as fontes de financiamento mais adequadas. Isso pode ajudar os tomadores de decisão a identificar e priorizar projetos que são estratégicos e os que são improváveis de serem financiados sem o apoio do governo.

Há um espaço grande entre o investimento público e o privado que é ocupado por entidades, incluindo Bancos Multilaterais de Desenvolvimento e Fundos Soberanos de Riqueza (*Sovereign Wealth Fund*, SWF - espécie de instrumento financeiro adotado por alguns países que utilizam parte de suas reservas internacionais). Esses investidores podem dar uma contribuição significativa para preencher a lacuna de financiamento em infraestrutura. Por isso, devem ser compreendidos de forma clara e incorporados de forma transparente na tipologia do investidor.

### 3) Ampliar a atribuição de risco e retorno.

A “viabilidade financeira” de um projeto de infraestrutura hídrica é função de sua percepção de risco e retorno. Os riscos associados ao investimento de infraestrutura são normalmente classificados em riscos políticos e regulatórios (incertezas do ambiente político); riscos macroeconômicos e de negócios (volatilidade das variáveis econômicas, como inflação, taxas de juros e de câmbio etc.); e riscos técnicos (competência e habilidade necessárias para gerenciar as complexidades estratégicas e operacionais). As medidas de retorno são quase exclusivamente financeiras. No entanto, o risco contrafactual, que gera consequências econômicas, sociais e ambientais de não financiar a infraestrutura, deve fazer parte do processo de avaliação de riscos dos projetos.

Em termos de ações governamentais, propõe-se que os riscos políticos possam ser reduzidos com as parcerias público-privadas. Os riscos de negócios podem ser mitigados por meio do uso proativo de instrumentos fiscais e monetários, enquanto os riscos técnicos podem ser gerenciados por meio de uma avaliação rigorosa de operadores e contratados.

### 4) Renovar a ênfase em finanças públicas.

Essa ação enfatiza o papel central do setor público no financiamento da infraestrutura hídrica, para garantir o cumprimento do ODS 6.

Apesar de ser essencial o investimento privado para atingir o ODS 6, é essencial a articulação entre as diferentes fontes de financiamento para assegurar os investimentos necessários nas infraestruturas de água e saneamento. Esse papel é do setor público, que deve promover a alocação eficiente dos recursos de forma a assegurar o acesso universal a água e saneamento.

### 5) Explorar as oportunidades de financiamento pretendido.

Explorar o universo em expansão de finanças com objetivos especiais são uma das chaves para preencher a lacuna de infraestrutura. Incluem financiamento climático (títulos verdes); investimento corporativo (títulos de sustentabilidade); e iniciativas regionais para impulsionar o crescimento econômico e o comércio, que geralmente incluem um elemento de financiamento de infraestrutura. Essas são fontes de capital novas e que podem ser amplamente exploradas.

Existe uma relação entre infraestrutura hídrica e mitigação e adaptação às mudanças climáticas, o que faz o Fundo Verde para o Clima (GCF, sigla em inglês) representar uma importante fonte de financiamento incremental para o setor. O mercado global de títulos verdes cresceu dez vezes nos últimos cinco anos, com emissões aproximadas, em 2017, de US \$ 130 bilhões.

O investimento em sustentabilidade corporativa é uma área nascente que tem suas origens na responsabilidade social corporativa e no investimento responsável. Para gerenciar o risco ambiental e aumentar sua licença para operar, as empresas estão cada vez mais se envolvendo com fornecedores, clientes e legisladores em mercados onde dependem de infraestrutura hídrica. À medida que melhora a compreensão dos riscos que enfrentam devido à infraestrutura hídrica inadequada, as empresas estão considerando abordagens mais inovadoras para o desafio do financiamento.

### 6) Otimizar o valor do financiamento de desenvolvimento.

O objetivo é explorar a capacidade do financiamento do desenvolvimento de forma a despertar o interesse e chamar os investidores e financiadores para aumentar os projetos financiáveis.

O financiamento do desenvolvimento pode desempenhar um papel único na convocação de investidores e financiadores para colaborar em projetos complexos que, de outra forma, estariam fora do escopo de qualquer instituição de financiamento. Ao coordenar a preparação, estruturação e implementação, as Instituições Financeiras de Desenvolvimento podem melhorar materialmente o fluxo de projetos financiáveis.

Três das principais barreiras ao investimento privado em infraestrutura são: i) um portfólio fraco de projetos viáveis; ii) percepção de que o risco é muito alto; e iii) a infraestrutura de mercados emergentes não é universalmente entendida como uma classe de ativos. Para melhorar o fluxo de projetos, os bancos multilaterais de desenvolvimento estão cada vez mais trabalhando em parceria com governos e financiadores do setor privado. Um exemplo é o *Global Infrastructure Facility* (GIF)

O GIF é uma parceria entre governos, bancos multilaterais de desenvolvimento, investidores do setor privado e financiadores. Ele é projetado para fornecer uma nova maneira de colaborar na preparação, estruturação e implementação de projetos complexos que nenhuma instituição poderia administrar por conta própria. O amplo apoio a projetos fornecido pelo GIF conta com a experiência combinada de seus parceiros técnicos e de consultoria.

## 7) Melhorar a seleção e o desenvolvimento de projetos.

As lacunas de financiamento podem ser parcialmente superadas melhorando as práticas existentes de seleção de projetos, entrega e utilização de ativos

Uma maneira óbvia de reduzir a quantidade de financiamento necessária para gastos com infraestrutura é melhorar a produtividade do dinheiro que está sendo gasto. Isso pode ser realizado na comparação dos custos totais (incluindo fatores sociais e ambientais) de um programa para reduzir a água não faturada por meio da redução de vazamentos; por um programa para reduzir a água não lucrativa por meio de medição aprimorada (medidores mais eficientes); e por um programa de aumento de capacidade (com construção de um novo reservatório). Mas é importante que a utilização de ativos seja aprimorada por meio da seleção de projetos de infraestrutura multifuncionais que ofereçam uma combinação de serviços de energia, abastecimento de água e manejo de água residual, apoio à agricultura e à pesca; e forneça valor recreativo. Outras abordagens incluem o investimento em despesas operacionais de manutenção como substituição de válvulas redutoras de pressão e implementação de gerenciamento de demanda como a incorporação de Internet das Coisas (IoT) com sistemas de controle de supervisão e aquisição de dados.

## 8) Fazer a distinção entre Capex e Opex.

Em mercados desenvolvidos, os investidores costumam ficar entusiasmados com a operação de ativos, mas desconfiados do risco de construção em projetos *greenfield* (projeto cujo produto é realizado a partir do zero – novos empreendimentos). Nos mercados em desenvolvimento, o financiamento para desenvolver

novos projetos são frequentemente mais acessíveis do que o financiamento para despesas operacionais. Garantir financiamento sustentável para despesas de capital – Capex (*Capital Expenditure* - investimento em bens de capital) e despesas operacionais – Opex (*Operating Expenses* - manutenção, contratação de serviços, despesas operacionais etc.) é vital para fechar a lacuna de financiamento.

O Capex e o Opex têm atributos fundamentalmente diferentes, mas ambos precisam de acesso a fluxos financeiros sustentáveis. Para fechar a lacuna de infraestrutura é fundamental a compreensão de que o investimento em despesas de manutenção é importante. Assim, é recomendável que, ao identificar novos projetos, se considere a capacidade de infraestrutura existente, com respectivos investimentos adicionais de manutenção.

### 9) Explorar o hibridismo e o financiamento combinado (*Blended Finance*).

Money (2018a) enfatiza que financiamento combinado e modelos híbridos (como alavancar fontes tradicionais e fontes combinadas em projetos com múltiplos propósitos) devem ser considerados.

*Blended Finance* é definido como o uso estratégico do financiamento de desenvolvimento para a mobilização de financiamento adicional e deve desempenhar um papel fundamental na redução da lacuna da infraestrutura de água. Novos modelos híbridos de infraestrutura de financiamento, que são cada vez mais usados pelo setor privado, fornecem alguma visibilidade sobre como recursos e fundos de financiamento combinados podem ser implantados com eficácia. O *Blended Finance* teve destaque na arena do desenvolvimento sustentável nos últimos anos, o que motivou Money (2018b) a incluir na sua definição o próprio conceito de desenvolvimento sustentável.

O problema da infraestrutura do saneamento urbano pode exemplificar o argumento de Money. A provisão de infraestrutura de saneamento urbano (esgotamento sanitário) está muito atrás da infraestrutura de abastecimento de água na maioria dos ambientes urbanos. Esse déficit de pode corroer os benefícios de uma melhor provisão de água de várias maneiras, com consequências para o meio ambiente e para a saúde pública. Onde houver uma melhoria significativa na água, isso deve ser combinado com um investimento proporcional em coleta e tratamento de esgoto. Um compromisso financeiro e político significativo deve ser canalizado para preencher a lacuna cada vez maior entre o fornecimento de água e os serviços de esgotamento sanitário por meio de novos modelos de negócios e estratégias que tornem o saneamento urbano uma opção de investimento atraente e econômica para o governo local e empresas. Para que isso se concretize, abordagens de financiamento combinado e um fortalecimento dos sistemas de autoridade local se torna fundamental (WWAP, 2019).

## 10) Revisitar Tarifas, Impostos e Transferências (3Ts).

O objetivo é desbloquear financiamento por meio de abordagens inovadoras, como:

- ▶ revisão das estruturas tarifárias (por exemplo, com base em volumes de usuários ou tarifas sociais);
- ▶ impostos hipotecados (por exemplo, sobre valores de propriedade que tiveram melhorias em razão de novas infraestruturas); e
- ▶ transferências financeiras (por exemplo, para financiar a infraestrutura que contribui para a redução das emissões globais de carbono ou para mitigar as mudanças climáticas).

O conceito 3Ts foi desenvolvido pela OCDE para ajudar a categorizar impostos, tarifas e transferências (principalmente assistência ao desenvolvimento) como uma fonte de financiamento com diferentes atributos de capital privado ou financiamento concessionário, que normalmente requer um rendimento e/ou reembolso do principal. Essa distinção útil merece ser reprisada no contexto do financiamento da lacuna da infraestrutura de água.

Essas dez ações são um resumo das recomendações de relatórios anteriores, que abordaram questões semelhantes, mas a partir de perspectivas diferentes. Os tópicos contemplaram as questões que envolvem governança, financiamento do desenvolvimento, novas fontes de financiamento, ajuda direcionada e financiamento de bens públicos, entre outros.

Tendo claro esses conceitos, compreendemos que quando se trata de financiar e ampliar o financiamento para água e para a segurança hídrica, se tornam necessárias reformas de base na governança da água. Ao melhorar a governança da água, os riscos comerciais e políticos serão mais bem compreendidos e reduzidos, criando um ambiente propício ao investimento no setor e a gestão será eficiente, cumprindo seu propósito. A Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) evoluiu como uma alternativa de gestão mais holística e sustentável de gerenciar a água e, como uma forma de combater a tomada de decisão fragmentada e os usos abusivos dos recursos. Existe uma ligação muito estreita entre a abordagem integrada, a boa governança e o financiamento da água. (Fonseca e Pories, n.d.; Rees et al., 2008).

Para que a GIRH continue a cumprir esse papel e consiga resolver problemas decorrentes do uso descoordenado e competitivo dos recursos hídricos, torna-se fundamental que as questões de financiamento sejam consideradas em todos os processos, viabilizando arranjos institucionais adequados para a concretização de suas funções integradoras. A GIRH também deve levar em consideração que os problemas da gestão da água não são apenas resolvidos por investimentos

no setor de água (Rees et al., 2008). Deve-se considerar que a forma como se planeja e financia outros setores pode reduzir as pressões nos recursos hídricos (por exemplo, silvicultura, agricultura e energia) e é nesse ponto que o nexo água-energia-alimento contribui e complementa o planejamento e se integra nas proposições das dez ações apontadas pelo WWC. Quando o financiamento é incorporado à reforma da governança, a GIRH se torna uma via eficaz para solucionar problemas que afetam o setor de água.

### 1.2.3 Inovações para a Segurança Hídrica

A água serve para uma infinidade de usos na sociedade atual, exigindo um gerenciamento aprimorado das compensações entre esses usos e, ao mesmo tempo, garantindo equilíbrio ao meio ambiente. As inovações desempenham papel fundamental para gerenciar os desafios complexos da segurança hídrica, da governança e da gestão de recursos hídricos. Elas proporcionam uma nova forma de abordagem da segurança hídrica com colaboração interdisciplinar entre setores, comunidades e fronteiras políticas, para viabilizar o uso mais eficiente e gerenciar o potencial de competição ou conflitos. Nos próximos anos, as inovações afetarão todo o ciclo da água e o gerenciamento dos serviços relacionados à água. Essa evolução contribuirá significativamente para apoiar o conceito de segurança hídrica (Gourbesville, 2011; UNESCO e UNESCO i-WSSM, 2019).

A inovação compreende: a inovação científica; a inovação tecnológica - que viabiliza novos produtos, serviços e processos; e a inovação não tecnológica - nos níveis organizacional, financeiro, de gestão e cultural. Todas essas diferentes formas de inovação contribuem para o aprimoramento contínuo da gestão da água, em termos de eficiência e eficácia, com os benefícios relacionados de desenvolvimento econômico (WWAP, 2016) e sustentável. Essa compreensão atual de como definir inovação vai ao encontro das definições anteriores de tecnologia, mas com uma abordagem mais ampla. Por exemplo, Silva (2003) coloca que “tecnologia é um sistema através do qual a sociedade satisfaz as necessidades e desejos de seus membros”.

Os processos biológicos e físico-químicos associados ao abastecimento de água têm avançado em novas tecnologias, mas ainda há muito espaço para melhorias. Do lado da demanda, avanços tecnológicos têm sido desenvolvidos para aumentar a eficiência e a produtividade do uso industrial e agrícola da água. Esses avanços objetivam alcançar a eficiência financeira e econômica e minimizar os impactos ambientais negativos. Dentro dos muitos avanços na agricultura, destacamos as inovações em sistemas de irrigação e o desenvolvimento de espécies mais resistentes à seca, mais eficientes no consumo de água e capazes de sobreviver com água de qualidade inferior.

A produção industrial precisa buscar mais inovações na reciclagem e recuperação de água e no uso de água de graus de pureza mais baixos. Para algumas aplicações, como sistemas de refrigeração, energia renovável e transporte, pode ser possível substituir totalmente o uso de água. A engenharia ambiental e sanitária está avançando no fornecimento de saneamento inteligente, fornecimento de saneamento de emergência após desastres, saneamento descentralizado orientado para recursos e gestão de lodo séptico.

Nesse ponto, se destaca a importância do uso de recursos hídricos não convencionais. Esses recursos não convencionais são um subproduto de processos específicos ou podem resultar de tecnologia especializada para coletar ou acessar água. Geralmente precisam de tratamento pré-uso adequado e, quando usados para irrigação, exigem gerenciamento apropriado na propriedade. Os principais exemplos de recursos hídricos não convencionais incluem águas subterrâneas confinadas em formações geológicas profundas; umidade atmosférica coletada por meio de sementeira de nuvens e coleta de névoa; transporte físico de água através de icebergs; captura em escala micro da água da chuva onde, de outra forma, evapora; água dessalinizada; e água residual de áreas urbanas e agricultura. O aprimoramento dos métodos não convencionais pode equilibrar a quantidade de água atualmente extraída de fontes de água superficiais e subterrâneas enquanto minimiza a degradação ambiental e usos conflitantes ou concorrentes (WWAP, 2019).

Os processos de tratamento avançado em estações de tratamento de águas residuais melhoraram significativamente a qualidade da água. O efluente tratado atinge uma evolução técnica que pode alcançar o nível de qualidade da água potável com a remoção de nutrientes e patógenos nos processos de tratamento. Muitos países como Estados Unidos, Singapura e Japão já desenvolveram políticas e programas de reaproveitamento de efluentes secundários e atingiram o estágio de reúso direto e indireto. Reutilização de água é o processo de transformar a água usada em novos recursos hídricos, o que pode reduzir o consumo de água de rios ou lagos. Esse processo de reutilização pode melhorar a qualidade da água e o ecossistema aquático, reduzindo a massa de poluentes que é descartada em corpos d'água (UNESCO e UNESCO i-WSSM, 2019).

Sistemas descentralizados de tratamento de águas residuais estão se tornando cada vez mais populares para atender populações de áreas periurbanas. Com os sistemas descentralizados, tanto os custos de investimento como os custos operacionais são substancialmente mais baixos. O uso desses sistemas torna o transporte de águas residuais também mais simples. Por exemplo, frequentemente o bombeamento pode ser evitado e, tecnologias de esgoto de baixo custo podem ser usadas. Além da coleta e tratamento eficientes de águas residuais, o reúso

local para irrigação de culturas ou produção de peixes pode gerar um mercado, com base no valor das águas residuárias tratadas. Em geral, esses sistemas são simples de operar e manter e podem ser gerenciados por mão de obra relativamente não qualificada ou por grupos comunitários. Esses sistemas também podem ser conectados a redes ou facilmente desativados e são particularmente apropriados onde as populações de baixa renda estão sob risco de águas residuais e lamas fecais que contaminam diretamente o abastecimento de água (Ulrich et al., 2009; WWAP, 2019).

Novas tecnologias também podem mudar a forma como todo o sistema de distribuição de água é gerenciado. Redes de monitoramento inteligentes, combinadas com algoritmos de previsão e otimização, podem ajudar a melhorar a distribuição de água em função das variações espaço-temporal na oferta e demanda e otimizar o armazenamento e a distribuição (WWAP, 2016).

As tecnologias avançadas de sensores podem oferecer suporte ao gerenciamento inteligente da água, principalmente permitindo o monitoramento online e em tempo real da disponibilidade e qualidade da água. Sensores sem fio para monitorar o consumo de água foram desenvolvidos e são cada vez mais usados em combinação para permitir a medição remota de água (UNESCO e UN-Water, 2020a). Um sensor é qualquer dispositivo que pode receber um estímulo, como calor, luz, magnetismo ou exposição a um determinado produto químico, e convertê-lo em um sinal. Embora o conceito de sensores não seja novo, a tecnologia de sensores está passando por uma rápida transformação (UNESCO e UNESCO i-WSSM, 2019).

O uso de sensores para realizar o monitoramento da qualidade da água, em diferentes estágios dos processos de tratamento de águas residuárias, é essencial para garantir sua reutilização segura. Esse reúso seguro da água ajuda a reduzir o estresse hídrico geral. O monitoramento também é vital para detectar vazamentos de produtos químicos ou derramamentos de algum tipo de poluição em tempo hábil, bem como para analisar a eficácia das medidas de descontaminação.

No domínio da água urbana, a tecnologia avançada de sensores está impactando diversos processos de negócios, melhorando a eficiência dos serviços das concessionárias de água e contribuindo para a redução de custos com Leitores de Medidores Automatizados, dispositivos de controle de qualidade da água e supervisão operacional (Gourbesville, 2011; Sadoff et al., 2015; UNESCO e UN-Water, 2020b).

Os mais recentes desenvolvimentos tecnológicos trouxeram as comunicações à vanguarda dos avanços tecnológicos. Evoluções na comunicação como a transferência de qualquer tipo e forma de informação com redes de internet de alta velocidade de cobertura global, transformaram computadores pessoais em

potentes estações de trabalho. A computação em nuvem e serviços de backup e armazenamento têm impacto direto em tecnologias, como sensoriamento remoto, equipamentos de monitoramento, bancos de dados e análise de dados espaciais, que tradicionalmente têm sido usados para o gerenciamento de recursos hídricos (Skoulikaris et al., 2018).

Esses avanços fazem com que a GIRH caminhe para um novo patamar e volte a progredir de forma mais satisfatória. Afinal, sem aquisição e troca de dados precisos, intensivos e de longo prazo, o estado dos recursos hídricos do mundo não poderá ser avaliado de forma adequada, os programas de preservação e mitigação não serão implementados de forma mais eficaz e o sucesso desses programas não poderão ser mensurados adequadamente.

O contínuo surgimento de tecnologias de informação e comunicação (TICs) trouxe novos padrões na coleta, gestão e disseminação de dados relacionados à água, viabilizando essas novas soluções. O acoplamento das TICs com modelos matemáticos é proposto como ferramenta coadjuvante para a implementação do conceito de GIRH para diferentes ambientes socioeconômicos. Alguns dos avanços que as TICs oferecem ao setor de água são exemplificados abaixo (Skoulikaris et al., 2018):

1. O aumento da eficiência das redes de monitoramento de telemetria em termos de medição em tempo real de parâmetros e variáveis ambientais;
2. A capacidade de armazenamento de dados e a autonomia de energia juntamente com sua redução de custo;
3. O uso de sistemas de informação baseados na Web que facilitam dados espaciais, informações descritivas e compartilhamento de dados de observação na nuvem, que são acessíveis através de navegadores da Web comuns; e
4. A abundância de dados de sensoriamento remoto de alta resolução gratuitos e da integração direta ou indireta de tecnologia de sistema de informação geográfica (GIS) para questões de gestão de água.

As ferramentas de TIC podem minimizar diferenças no uso de padrões técnicos e especificações para coleta de dados e compartilhamento de informações em nível nacional e internacional ao lidar com recursos hídricos transfronteiriços. No caso de diversos profissionais, como por exemplo, engenheiros e hidrólogos, onde é dada ênfase na modelagem dos sistemas hídricos, essas ferramentas podem contribuir para um procedimento de modelagem mais preciso, uma vez que a exatidão está sujeita à disponibilidade e acurácia dos dados e, posteriormente, à análise das relações entre variáveis físicas e ecológicas, como precipitação, vazão do rio ou recarga de água subterrânea (Skoulikaris et al., 2018).

As tecnologias espaciais geram dados e informações sobre o tempo, o clima e a evolução dos recursos hídricos em vários níveis. A observação da Terra baseada em satélite pode ajudar a identificar tendências na precipitação, evapotranspiração, cobertura ou derretimento de neve e gelo, bem como escoamento e armazenamento. Também ajudam a melhorar a compreensão dos impactos das mudanças climáticas na qualidade da água, monitorando ecossistemas fluviais, marinhos e costeiros com altos níveis de precisão (Skoulikaris et al., 2018).

Tecnologias como a Internet das coisas ou *Internet of Things* (IoT), *Big Data*, Inteligência Artificial (IA) e aprendizado de máquina (*machine learning*) também estão surgindo, com diversas aplicações na redução de incertezas, mitigação de riscos e melhoria da resiliência às mudanças climáticas.

A IoT é um conceito de computação em que objetos físicos do dia a dia são conectados à internet e/ou uns aos outros, formando uma rede de dispositivos inter-relacionados que podem se comunicar e transferir dados sem a necessidade de intervenção humana. É uma espécie de combinação de diversas tecnologias, as quais são complementares no sentido de viabilizar essa integração dos objetos do ambiente físico ao mundo virtual. Entre tantos benefícios de IoT, o principal é a minimização de custos com a otimização e automatização de serviços em geral. A IoT é formada por uma rede de sensores sem fio (RSSF), um tipo especial de rede que tem a capacidade de monitorar e processar dados coletados do meio ambiente. No setor de água, a IoT pode contribuir na estruturação das cidades inteligentes, com consciência na gestão da água, coletando dados, evitando perdas e contribuindo para a economia de água (UNESCO e UN-Water, 2020a).

A análise de *Big Data* varre grandes quantidades de dados para descobrir padrões ocultos, correlações e outros *insights*. Os aplicativos de análise de *Big Data* podem ajudar no ganho de conhecimento, processando a coleção de fluxos contínuos de informações e dados relacionados à água, para extrair informações acionáveis e percepções para um gerenciamento aprimorado da água. O *Big Data* também oferece a possibilidade de integrar dados adicionais aos relacionados à água, como padrões de comércio ou consumo de energia elétrica, gerando uma compreensão mais ampla da evolução dos processos que impactam os recursos hídricos e, assim, melhorando a gestão da água em um contexto de mudança (UNESCO e UN-Water, 2020a).

Várias técnicas, modelos e algoritmos de aprendizagem de máquina baseados em IA para a gestão eficaz da qualidade da água estão sendo explorados, em particular para a simulação, previsão e projeção da qualidade da água, para análises estatísticas de dados e para a identificação de fontes de poluição. A IA também está emergindo como tecnologia de projeção e otimização para prever a eficiência de diferentes tecnologias de dessalinização, preparar para e antecipar

inundações, melhorar a eficiência do uso de água, entre outros (Cabrera et al., 2017; UNESCO e UN-Water, 2020a).

Os dados que essas inovações tecnológicas têm ajudado a gerar precisam ser disponibilizados e apresentados de forma que possam ser entendidos e usados adequadamente pelos tomadores de decisão. A falta de disseminação desses dados representa um grande desafio para a gestão do conhecimento do setor hídrico.

A desatualização ou insuficiência de documentação dos sistemas de aquisição de dados também é outro problema e que pode provocar muitas vezes dados incompatíveis entre si. Como resultado, sistemas paralelos se desenvolvem e os dados coletados por cada um não podem ser processados de forma cruzada. Uma necessidade fundamental para todos os domínios relacionados com a água é a promoção da integração e o desenvolvimento de sistemas intersetoriais. Os profissionais de cada setor precisam saber mais e compreender o pensamento e os métodos aplicados nos demais setores, para continuar inovando de forma mais colaborativa e operacional (UNESCO e UN-Water, 2020a).

Existe também uma necessidade latente de se promover a abertura das informações dos dados, tecnologia e processos por meio de conscientização, formulação de políticas e capacitação, com o objetivo de ampliar o acesso à informação, ao conhecimento e às tecnologias. O *software* livre e de código aberto está se tornando cada vez mais popular em países de baixa e média renda, onde os custos de licença para *software* pago são muito altos. Essas ferramentas contribuem para uma maior transparência e prestação de contas no setor. As ferramentas de visualização também são úteis para tornar os dados mais compreensíveis, tanto para os tomadores de decisão, como para a população. A transparência das informações contribui para a eficiência e eficácia da GIRH e para a implementação de novas ferramentas.

Diante das mudanças climáticas, abordagens inclusivas podem capacitar todos os usuários de água a participarem da coleta, compartilhamento e uso de informações para fins de mitigação e adaptação. Por exemplo, a ciência do cidadão e o *crowdsourcing* têm o potencial para contribuir para sistemas de alerta precoce e podem fornecer dados para validar modelos de previsão de enchentes. Ciência cidadã é o envolvimento dos cidadãos no processo científico, onde o grau de envolvimento pode variar desde tarefas como coleta de dados até o envolvimento total no projeto de pesquisa. *Crowdsourcing* é a terceirização de tarefas para uma multidão, que seria inviável ser realizada por uma única organização, envolvendo as mais diversas finalidades, incluindo a coleta de dados (See, 2019; UNESCO e UN-Water, 2020a).

O *software* livre e de código aberto para gestão do conhecimento incentiva a participação da sociedade civil na coleta, fornecimento e uso de informações. O acesso à informação e ao conhecimento tem a capacidade de empoderar os usuários, incluindo jovens, mulheres e grupos mais vulneráveis, para gerenciar os recursos hídricos e contribuir para a tomada de decisões (See, 2019).

Envolver os cidadãos na ciência contribui para acelerar a descoberta científica, ao mesmo tempo que democratiza a pesquisa e, potencialmente, melhora ou influencia as decisões das partes interessadas. Por exemplo, as pessoas comuns podem apoiar a pesquisa científica observando e registrando mudanças nos ecossistemas e fenômenos naturais, como clima, comportamento de animais e plantas ou prevalência de certas espécies. Os dados da ciência cidadã também podem apoiar a calibração de instrumentos meteorológicos e a coleta de dados sobre cobertura de nuvens, temperatura e precipitação para melhorar a compreensão da variação microclimática (UNESCO e UN-Water, 2020a).

A inovação nos setores de água é altamente diversificada. Por um lado, as novas tecnologias podem melhorar os métodos e processos existentes e torná-los mais eficientes e econômicos. Por outro lado, as tecnologias disruptivas podem mudar profundamente a forma como a água é usada, e nesse campo exigirá investimentos significativos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Essas tecnologias costumam trazer uma transformação do paradigma atual de previsão e controle em recursos hídricos para uma abordagem mais adaptativa e flexível, que é caracterizada por auto-organização, adaptação, heterogeneidade em escalas e controle distribuído (Pahl-Wostl et al., 2011; WWAP, 2016).

Entretanto, mesmo com a clara compreensão da necessidade de inovação para enfrentar os desafios da água e de que ela vai transformar o setor nos próximos anos, é reconhecido que a adoção e disseminação de novas tecnologias e políticas de água ainda são lentas. Todos os anos milhões são investidos em P&D, mas muitas dessas pesquisas não são comercializadas e desenvolvidas, resultando em produtos e tecnologia, o que significa que não chegam ao mercado. A taxa de sucesso de grande parte das *start-ups* de tecnologia em água ainda é pequena (O’Callaghan et al., 2020). Essa lentidão na adoção de novas tecnologias e políticas acontece devido a diversos fatores que são características do setor. Por exemplo: a vida útil e o ciclo de substituição dos ativos instalados, que podem ser de 10 a 15 anos para os equipamentos mecânicos e elétricos e mais de 25 anos para a infraestrutura; o próprio ciclo do projeto de engenharia que, entre licitações e aquisições, pode levar vários anos; e os diferentes ambientes regulatórios locais, que exigem diferentes níveis de tratamento (O’Callaghan et al., 2020).

Para enfrentar os desafios relacionados à água, é importante ter a compreensão de que a tecnologia é uma área em que a inovação agrega valor, mas requer

que a política de água, por sua vez, também passe por processo de inovação, para que venha a ter efeito. Isso significa que há necessidade de desenvolvimento de novas leis e regulamentações que irão criar o espaço para a inovação da água, bem como a criação de novos modelos de financiamento e novos mecanismos de financiamento e modelos de negócios (O’Callaghan et al., 2020), que já destacamos no item 1.2.2. A importância da inovação em termos de como o valor da água é comunicada ao público é outro fator relevante e não pode ser considerado. Podemos observar, dessa forma, que tudo está conectado de maneira sistêmica e que lacunas regulatórias e políticas mal direcionadas retardam a adoção de tecnologias inovadoras.

### 1.3 A Água na Agenda Global

O Fórum Mundial da Água é um evento que acontece a cada três anos, em uma cidade previamente selecionada. Ele é organizado pelo Conselho Mundial da Água em conjunto com instituições do país e da cidade sede do evento.

Para promover uma ampla discussão, o Fórum busca reunir diferentes segmentos da sociedade em torno do tema água. Têm interesse e participam da discussão, principalmente, agências e organizações gestoras de água, prefeituras, governos estaduais e nacionais, formuladores de políticas públicas e legisladores, representantes dos sistemas judiciários, organizações da sociedade civil, instituições de educação e pesquisa, empresas que atuam no setor ou que dependem desse recurso para o desenvolvimento de suas atividades – agropecuária, energia, saneamento, indústria, turismo, dentre outros. A estrutura do evento visa promover discussões qualificadas de interesse desses públicos específicos bem como a interlocução entre esses diferentes segmentos.

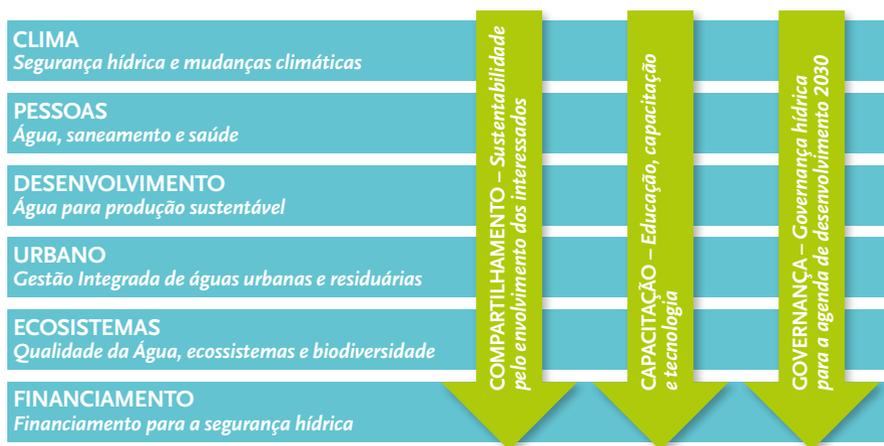
Dentre os diversos assuntos abordados no 8º Fórum Mundial da Água, realizado em 2018, esta publicação teve como foco os debates relacionados ao tema “Água e Desenvolvimento”. Mais especificamente, foram exploradas as discussões e experiências envolvendo a água como insumo ao desenvolvimento econômico, o nexos água-energia-alimento, o financiamento, as tecnologias, a infraestrutura hídrica e a gestão integrada necessária para a segurança hídrica.



## 2. Métodos

### 2.1 A Organização do 8º Fórum Mundial da Água

A 8ª edição do Fórum Mundial da Água aconteceu em Brasília, de 19 a 23 de março de 2018, com o tema Compartilhando Água. A edição de 2018 do Fórum trouxe uma matriz temática para nortear as discussões, organizadas por sessões.



**Figura 2.** Estrutura temática do 8º Fórum Mundial da Água

As sessões do 8º Fórum Mundial da Água foram organizadas por cinco comissões responsáveis por processos específicos, quais sejam: Processo Temático; Processo Político; Processo Regional; Grupo Focal de Sustentabilidade; e Fórum Cidadão. Cada processo organizou sessões de discussões em conformidade com os respectivos objetivos e públicos envolvidos. A Tabela 1 mostra a esfera de atuação de cada processo para a organização do 8º Fórum Mundial da Água.

**Tabela 1.** Função de cada processo na organização do 8º Fórum Mundial da Água

<b>Sigla</b>	<b>Processo</b>	<b>Objetivo</b>
TP	<b>Temático</b> ( <i>Thematic Process</i> )	Discute os temas a serem abordados no Fórum
PP	<b>Político</b> ( <i>Political Process</i> )	Envolve governantes nos níveis local, regional e nacional, parlamentares, e busca a construção de memorandos de entendimento, acordos e tratados de cooperação para a gestão integrada das águas
RP	<b>Regional</b> ( <i>Regional Process</i> )	Discute problemas diversos e diretrizes para cooperação e gestão integrada das águas em cada continente ou em regiões geográficas
SFG	<b>Grupo Focal em Sustentabilidade</b> ( <i>Sustainability Focus Group</i> )	Discute a aderência de políticas públicas e de ações e princípios do desenvolvimento sustentável (econômico, social e ambiental) de maneira transversal, participando dos demais processos
CF	<b>Fórum Cidadão</b> ( <i>Citizens Forum</i> )	Promove a participação da sociedade civil organizada nas discussões, trocas de experiências e das demais atividades do Fórum

Adaptado de: <http://8.worldwaterforum.org/pt-br/estrutura-organizacional>

Como citado anteriormente, os seis temas definidos para a edição do 8º Fórum foram: clima; pessoas; desenvolvimento; ambiente urbano; ecossistemas; e financiamento. Além desses, foram considerados três temas transversais: capacitação; compartilhamento; e governança.

As sessões do fórum foram agrupadas conforme características específicas, sendo suas siglas criadas a partir de seus títulos em inglês (Tabela 2).

**Tabela 2.** Tipos de sessões do 8º Fórum Mundial da Água.

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Objetivo</b>
HLP	<b>Painéis de alto nível</b> ( <i>High Level Panel</i> )	Participação de autoridades e representantes de organizações relevantes no debate sobre a água
OS	<b>Sessões Ordinárias</b> ( <i>Ordinary Sessions</i> )	Promoção o debate e o compartilhamento de experiências no âmbito de cada processo do Fórum
SS	<b>Sessões Especiais</b> ( <i>Special Sessions</i> )	Discussão entre mais de um processo, promovida por organização ou abertura/ conclusão de uma série de sessões
PP	<b>Processo Político</b> ( <i>Political Process</i> )	Conferências que atendem às demandas específicas dos seguintes subprocessos: Governos Nacionais ( <i>NG – National Governments</i> ) Autoridades Locais e Regionais ( <i>LRA – Local and Regional Authorities</i> ) Juízes e Promotores ( <i>JP – Judges and Prosecutors</i> ) Parlamentares (PAR).

Foram realizadas cerca de 300 sessões, totalizando mais de 400 horas gravadas (média de uma hora e meia por sessão) de discussões durante os 5 dias do 8º Fórum Mundial da Água. Grande parte das discussões e apresentações realizadas foram registradas por meio de documentos sínteses, vídeos, áudios, declarações, relatórios e fotos. Todo o material foi organizado em uma base de dados (Tabela 3) que constituiu a principal fonte de informação desta publicação<sup>1</sup>.

**Tabela 3.** Resumo da base de dados do 8º Fórum Mundial da Água por sessão<sup>2</sup>

Categoria	Áudio	Apresentações	Relatoria (português)	Relatoria (inglês)
<b>HLP – Painéis de alto nível</b>	81%	63%	100%	94%
<b>OS – Sessões ordinárias</b>				
<i>Fórum Cidadão</i>	83%	100%	100%	0%
<i>Processo Regional</i>	92%	100%	100%	100%
<i>Processos Temáticos</i>	95%	100%	98%	100%
<b>PP – Processo político</b>				
<i>Juízes e Procuradores</i>	88%	13%	100%	100%
<i>Autoridades Locais e Regionais</i>	93%	100%	93%	93%
<i>Governos Nacionais</i>	89%	0%	89%	89%
<i>Parlamentares</i>	100%	0%	0%	0%
<b>SS – Sessões especiais</b>				
<i>Fórum Cidadão</i>	100%	67%	100%	0%
<i>Conjuntas</i>	83%	83%	92%	83%
<i>Parceiros</i>	93%	100%	93%	93%
<i>Regional</i>	71%	93%	100%	100%
<i>Sustentabilidade</i>	100%	100%	100%	100%
<i>Temática</i>	100%	65%	100%	100%

## 2.2 Metodologia de Análise do Conteúdo do Fórum

Considerando a delimitação temática deste volume e o extenso material disponibilizado, optou-se por selecionar as sessões que seriam objeto de investigação minuciosa de seu conteúdo, após uma análise por meio da mineração de códigos com o uso de ferramenta automatizada.

<sup>1</sup> Um exemplo de título de sessão seria OS-TP-01, sendo a primeira sessão ordinária de processo temático do evento, ou mesmo SS-J-SFG+TP-02, o que significa a segunda sessão especial conjunta (joint, na sigla em inglês) de um grupo focal em sustentabilidade e de um processo temático.

<sup>2</sup> Vídeos, fotos, agendas e listas de presença não foram considerados.

A análise de codificação de texto foi realizada com o uso do *software* MaxQDA<sup>3</sup> que, além de ajudar a agilizar o processo de seleção das sessões, possui outros atributos que auxiliam na análise do material disponível, como:

- ▶ facilidade para armazenar comentários que podem ser ligados a palavras-índice ou segmentos de texto;
- ▶ propriedades para definir ligações entre palavras-índice;
- ▶ uso de variáveis, códigos e filtros para restringir a busca de segmentos de texto específicos.

Além da análise do conteúdo das sessões por meio do uso de *software*, foi adicionada uma etapa de identificação das sessões mais relevantes ao recorte temático proposto por meio da análise do resumo de cada sessão ocorrida no Fórum. Foram 100 sessões identificadas como relevantes ao tema ‘água e desenvolvimento’, por meio da análise de resumos. A esse universo de sessões, foi aplicado o resultado da análise de codificação e, com base na quantidade de códigos identificados em cada sessão, as sessões foram ordenadas segundo sua relevância.

Abaixo segue uma descrição das etapas do trabalho de análise de conteúdo das sessões. Uma explicação mais detalhada sobre a metodologia de mineração e análise empregada é apresentada no volume “Água e Meio Ambiente”.

1. *Importação e organização dos documentos base da pesquisa no programa MaxQDA, a partir da base de dados disponibilizada pela Adasa.* Devido ao grande volume de informações, apenas arquivos em formato word, PDF e PPT foram importados.
2. *Estruturação de um conjunto de códigos.* Os códigos são formados por palavras-chave específicas que, por meio de busca lexical, permitem identificar temas recorrentes nos documento-texto.
3. *Codificação dos documentos importados.* Os códigos gerados no passo anterior foram utilizados para identificar os trechos de texto (mineração de dados textuais) nos documentos imputados no MaxQDA.
4. *Limpeza do banco de dados codificado.* Remoção de palavras-chave fora do contexto determinado para o código.
5. *Análise quantitativa e qualitativa do banco de dados codificado.* A quantificação da frequência dos temas de interesse nos textos disponíveis foi realizada por meio do cruzamento do conjunto de códigos pré-definidos.
6. *Identificação das sessões-focais.* As sessões-focais são aquelas em cujos documentos foi identificado o maior número dos códigos.

---

<sup>3</sup> MaxQDA é um software para análise qualitativa e métodos mistos de pesquisa. <https://www.maxqda.com>

7. *Atualização da planilha de resumo das sessões.* Com base em planilha de resumo das sessões organizada antes do Fórum, foi realizada atualização conforme a programação de fato ocorrida.
8. *Análise dos resumos e classificação das sessões.* A partir dos resumos das sessões, elas foram classificadas em quatro categorias: i) sessões relevantes para 'água e desenvolvimento'; ii) sessões com indícios de relevância para 'água e desenvolvimento'; iii) sessões que aparentemente não se relacionam com o tema 'água e desenvolvimento'; e iv) sessões que não se relacionam com o tema 'água e desenvolvimento'.
9. *Priorização para análise.* As sessões identificadas como relevantes para o tema na análise dos resumos, foram ordenadas e priorizadas conforme a quantidade de códigos relacionados a 'água e desenvolvimentos' que apresentaram.
10. *Desenvolvimento de modelo para fichamento de documentos.* Uma planilha eletrônica foi formulada para registro sistemático da análise aprofundada de conteúdo das sessões priorizadas. Considerando a quantidade de material disponível – áudio, arquivos *powerpoints*, relatórios – o objetivo foi reunir, em um único local, as informações relevantes de cada sessão.
11. *Aprofundamento analítico dos conteúdos.* Como as sessões são compostas por uma série de palestras, com os mais diversos enfoques, optou-se por analisar mais atentamente as palestras. Os áudios foram a base das análises e muitos deles foram degravados devido à necessidade de revisitar seus conteúdos, ouvidos ao longo das análises. O processo de análise envolveu: i) a oitiva e/ou degravação do áudio com o acompanhamento das apresentações, quando disponíveis; ii) o resumo dos aspectos relevantes relacionados ao tema do trabalho; iii) a análise e o registro na planilha eletrônica das informações; e iv) pesquisa adicional relacionada ao assunto abordado na palestra.
12. *Análise e construção da matriz analítica.* Com base no registro das informações de cada palestra e na análise prévia dos respectivos conteúdos, foi possível construir a matriz analítica em que os achados, inovações e oportunidades puderam ser registrados e analisados sob a ótica de recomendações para: água como insumo ao desenvolvimento econômico, o desafio do nexa água-energia-alimento, financiamento e tecnologias para a infraestrutura hídrica, gestão integrada de recursos hídricos, e segurança hídrica, bem como para o tema transversal de educação e capacitação.

Após aplicado o resultado da priorização, 34 sessões foram investigadas e priorizadas na matriz analítica, resultando em 108 achados, inovações ou oport-

tunidades. A matriz analítica foi elaborada com a preocupação de manter a referência de cada achado com a sessão correspondente, o título da palestra e o respectivo palestrante, além de identificar a esfera, se global, nacional ou local. O anexo I deste volume apresenta uma versão simplificada da matriz analítica elaborada para o tema “Água e Desenvolvimento”.

As sessões foram muito ricas e participativas, algumas com mais de 12 palestrantes apresentando conteúdos relevantes. Em algumas sessões ou palestras, a análise das informações ficou um pouco comprometidas em função da qualidade das gravações ou da barreira linguística. Nesses casos, as apresentações foram cruciais para contextualizar o debate e facilitar a interpretação e análise do conteúdo. Ao final do trabalho, foi possível fazer um bom apanhado de lições que estão narradas neste volume e identificadas na matriz analítica.

### **2.3 Delimitação do Tema “Água e Desenvolvimento”**

O tema “Água e Desenvolvimento” envolve um universo complexo de informações e abordagens. Este volume teve como foco os achados identificados e listados na matriz analítica, não pretendendo, portanto, abordar toda a amplitude das discussões relativas ao tema.

A conceituação de alguns tópicos passa por regulamentações específicas de diferentes países, como no caso de parcerias público-privadas. Para esta publicação, os tópicos são considerados conforme apresentados pelos palestrantes.

Os dados e informações desta publicação têm origem nas palestras gravadas e materiais disponibilizados por ocasião do 8º Fórum Mundial da Água.





# 3. Discussão do tema “Água e Desenvolvimento”

## 3.1 Água como insumo ao desenvolvimento econômico e o nexo água-energia-alimento

### 3.1.1 Soluções Locais para Abastecimento e Saneamento

Soluções locais para o abastecimento de água e o saneamento estão na base do desenvolvimento sustentável global. Fornecimento de água de qualidade e tratamento adequado de esgotos estão diretamente vinculados à saúde da população que, por sua vez, tem relação direta com a capacidade de trabalho, geração de renda e tributos, e com a redução da demanda pelo sistema de saúde, contribuindo para um círculo virtuoso de desenvolvimento econômico.

São muitas as soluções de provimento de água para populações de baixa renda ou em áreas isoladas, compartilhadas durante o 8º Fórum Mundial da Água. Algumas se destacaram como: o projeto de captação e tratamento de água da chuva em uma escola na Índia (OS-TP-37, CHAKRABORTY, Debarati) que alivia a pressão sobre a água, ao captar e tratar a água localmente, e reduz os riscos de contaminação, além dos custos de implantação e manutenção do sistema comparativamente ao tratamento e distribuição convencionais (BOX 1); o programa água doce, que busca tecnologias de dessalinização no semiárido brasileiro (OS-RP-32, FERREIRA, Renato) com a incorporação de cuidados técnicos e ambientais aos sistemas de dessalinização; e as ações do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca – DNOCS (OS-RP-62, GUERRA, Angelo J. N.), também no Brasil, que envolvem açudagem, perfuração de poços, cisternas e piscicultura associadas ao combate à seca.

Como solução para o saneamento em pequena escala, a experiência de Mandalpara (OS-TP-37. CHAKRABORTY, Debarati), na Índia, mostra os benefícios adicionais do arranjo para saneamento em um caso em que o reúso direto planejado gera emprego e fortalece a alimentação (BOX 1). Em uma escala maior, é interessante o caso do Senegal (OS-TP-37. GUEYE, Mouhamadou), em que a necessidade de coletar, transportar e tratar o lodo de fossas sépticas de uma região, levou à estruturação e regulamentação do mercado de saneamento com a integração do setor privado na gestão das Estações de Tratamento de Lodo Séptico e de Esgoto e a pesquisas para aproveitamento dos subprodutos do lodo (BOX 2).

## BOX 1. SOLUÇÕES LOCAIS NA ÍNDIA

### ***Debarati Chakraborty, Centre for Built Environment – Calcutá, Índia, OS-TP-37***

Cerca de 67% das águas residuárias são descartadas no ambiente sem tratamento, o que torna as fontes de água extremamente contaminadas com poluentes químicos e biológicos. Mais de 21% das doenças do país são relacionadas com a qualidade da água. Em torno de 67% da população da Índia não têm acesso ao saneamento tradicional. Olhando por outra perspectiva, uma grande quantidade de água está sendo desperdiçada em todas as esferas.

### ***Colheita de água da Chuva - “Bhoroshar Borosha” (a chuva promissora)***

O projeto implementou estruturas nas escolas com capacidade de fornecimento de 85 mil litros de água por ano, a partir da coleta e tratamento de água da chuva. Trata-se de estrutura para armazenar e tratar água da chuva com qualidade para beber.

### ***Mandalpara (Chandipur)***

O projeto, para uma comunidade de baixa renda, foi desenvolvido em uma área de 8 ha, envolvendo aproximadamente 1,7 mil pessoas (400 famílias), a grande maioria bordadeiras e vendedores de legumes e aves. As poucas fontes de água para beber eram contaminadas e as famílias viviam em condições de saneamento precárias. Os efluentes eram liberados diretamente nos corpos d'água e canais. A intervenção do projeto se baseou na introdução de novos sistemas de vasos sanitários, implantação de sistema de esgoto e drenagem da área, e reconexão e remodelamento dos corpos d'água para introdução do sistema de purificação da água e desenvolvimento de aquicultura com base em técnicas tradicionais.

O projeto mobilizou toda a comunidade, em especial as mulheres, e promoveu melhoria nas condições de higiene da comunidade. Trouxe treinamentos em técnicas tradicionais de aquicultura, criação de aves, suínos, horticultura e agricultura.

Envolveu a instalação de uma unidade educacional, uma unidade recreacional, o desenvolvimento de um programa de geração de renda e a incorporação do projeto a um processo de planejamento urbano.

***Aquicultura alimentada por águas residuais da Sociedade Cooperativa dos Pescadores de Mudialy (MFCS)***

A cooperativa de pescadores transformou as zonas úmidas pantanosas de Mudialy, frequentemente inundadas com águas residuais poluídas da cidade e do complexo industrial local, em uma área de pesca urbana e de recreação junto à água. Trata-se de um sistema composto por seis lagoas conectadas por túneis povoados por peixes que servem como indicadores do nível de poluição da água. Na primeira lagoa, de estabilização, é polvilhado cal virgem na água. Nas lagoas seguintes, o aguapé absorve óleo e graxa. Ao final do processo, a qualidade da água é testada antes da drenagem para as lagoas de pesca.

## BOX 2. PROGRAMA DE VALORIZAÇÃO DA CADEIA DE LODO SÉPTICO

***Mouhamadou Gueye, Diretor do Programa de Gestão de Lodo Séptico de Dacar, Senegal, OS-TP-37***

O Escritório Nacional de Saneamento do Senegal, através do Programa de Gestão do Lodo Séptico, buscou estruturar o mercado de saneamento local com o objetivo de torná-lo um setor rentável para atender as demandas dos usuários a custos viáveis. O programa implementou ações para atender a dois objetivos principais: disponibilizar serviço de qualidade de esvaziamento mecânico de instalações sanitárias no local a custo acessível e aumentar a renda dos prestadores de serviços. As ações de destaque foram: a criação de um call center para conectar os moradores aos prestadores do serviço; a certificação das empresas de limpeza de fossas (licença para esvaziamento de fossas sépticas); um programa de comunicação para apropriação do programa pelas partes interessadas; e a delegação de estações de tratamento de esgoto ao setor privado por meio de um modelo de parceria público-privada, com o objetivo de controlar o descarte ilegal de esgoto e incentivar o emprego de tecnologias modernas para o aproveitamento dos sub-produtos do tratamento do esgoto, tornando a operação das estações, financeiramente viável.

Tecnologias e financiamentos voltados para o atendimento de residentes em áreas isoladas ou população de baixa renda também foram discutidos. Merecem destaque: o projeto de aquicultura alimentada por águas residuais, praticada pela Sociedade Cooperativa dos Pescadores de Mudialy, na Índia - MFCS (OS-

-TP-37. CHAKRABORTY, Debarati), baseado em soluções naturais (BOX 1); a concessão de microfinanciamentos para instalação de água e saneamento residenciais que o programa *Water Credit* da *Water.org* (OS-TP-59. THORSTEN, Richard. OS-TP-60. PORIES, Lesley) proporciona por meio da atuação junto a instituições financeiras (BOX 3); e o financiamento a planos de negócios de *start-ups*, pequenas e médias empresas (PMEs) e empreendedores sociais suíços, que disponibilizam tecnologias de acesso sustentável à água e ao saneamento para comunidades de baixa renda em países em desenvolvimento (OS-TP-60. RUPPANNER, Violette.).

### BOX 3. ACESSO A RECURSOS FINANCEIROS PARA ÁREAS DE BAIXA RENDA

*Richard Thorsten, water.org, OS-TP-59 /  
Lesley Pories, water.org, OS-TP-60*

*Water.org* é uma organização global sem fins lucrativos que trabalha para levar água e saneamento para o mundo. Promove o acesso à água potável e ao saneamento por meio da facilitação do financiamento, como pequenos empréstimos. Oferece um portfólio de soluções inteligentes que quebram as barreiras financeiras entre pessoas que vivem na pobreza e o acesso a água potável e saneamento: uma delas é o *Water Credit*. O *Water Credit* é um sistema de *pay-it-forward* que disponibiliza ferramentas de microfinanças no setor de água e saneamento, disponibilizando financiamento acessível. Como funciona:

- ▶ Formam parceria com instituições que estabelecem empréstimos para sistemas de água e esgoto em seu portfólio de ofertas. O *water.org* apoia os projetos fornecendo assistência técnica, conexões e recursos para iniciá-los.
- ▶ As pessoas necessitadas usam esses empréstimos, pequenos e acessíveis, para colocar uma torneira ou um vaso sanitário em suas casas, por exemplo.
- ▶ Todo empréstimo pago pode ser emprestado a outra família que precise de água potável ou saneamento.

Uma característica comum das soluções apresentadas para as populações de baixa renda ou em áreas isoladas é a implementação de sistemas simples e a capacitação da própria comunidade para operação e manutenção desses sistemas, além da conscientização quanto ao uso racional da água e segurança quanto à água de reúso.

### 3.1.2 Água nas Empresas

As indústrias e outros setores produtivos vêm percebendo que a água é um fator essencial aos seus negócios e que o risco hídrico toma uma dimensão coletiva, quando afeta toda uma cadeia de valor (SS-SFG-02. SOARES NETO, Percy). Durante o Fórum, foram apresentados vários relatos de empresas quanto à gestão da água tendo como ponto comum a economia circular e principalmente o reúso da água.

A Dinamarca se destacou com dois casos de economia circular com benefícios econômicos e incentivos à manutenção de infraestruturas. São eles: o projeto de colaboração entre a cidade de Kalundborg e várias empresas, chamado *Kalundborg Symbiosis* (BOX 4) e a *Billund BioRefinery*, em que resíduos orgânicos residenciais, de indústrias e da agricultura são tratados de forma a gerar fertilizantes orgânicos, biogás e permitir a devolução de água limpa ao ambiente (OS-TP-40. LARSEN, Carl-Emil).

#### BOX 4. COLABORAÇÃO ENTRE EMPRESAS - ECONOMIA CIRCULAR

***Carl-Emil Larsen, Danish Water and Wastewater Association (Danva), Dinamarca, OS-TP-40***

*Kalundborg Symbiosis* é um projeto de colaboração de economia circular entre a cidade de Kalundborg e várias empresas privadas próximas. Seu início foi em 1962, com a parceria entre o município e a empresa Esso (atual Statoil) para fornecimento de água. As empresas se beneficiam dos resíduos de seus parceiros, onde o descarte de um parceiro torna-se recurso para outro parceiro. Esse modelo, desenvolvido há mais de 40 anos, teve por base interesses econômicos, e só mais tarde os benefícios ambientais da Symbiosis foram reconhecidos. Em Kalundborg, as águas residuárias da indústria são utilizadas para a produção de biogás, para bombas de calor para aquecimento urbano, e ainda existe uma discussão sobre a possibilidade de avaliar ou estudar a recuperação e produção de fósforo e nitrogênio a partir da água descartada.

O que facilitou o desenvolvimento dessa governança intersetorial em Kalundborg foi a proximidade física entre as empresas, simplificada pelo pequeno tamanho do sistema (em comparação com grandes áreas metropolitanas). Atualmente, são identificadas mais de 30 trocas de água, energia e outros subprodutos entre o município e outras 7 entidades (Novo Nordisk, Novozymes, Gyproc, Dong Energy, Statoil, Kara/Novoren, Kalundborg Forsyning A/S).

No Brasil, o Projeto Aquapolo Ambiental (OS-TP-41. SILVA, Fernando Gomes da.) também busca, na reciclagem do esgoto, contribuir para a redução da pressão sobre a água. No caso da experiência brasileira, em São Paulo, a solução tecnológica encontrada foi desenvolvida especificamente para o projeto, considerando as especificidades dos resíduos a serem tratados, e a destinação da água de reúso. Na grande maioria dos casos de tratamento e aproveitamento de água residual, a gestão das infraestruturas se dá por meio de parceria entre o município e o setor privado.

Além das experiências de tratamento e reúso da água residual de forma conjunta por um grupo de indústrias, a conscientização dos diferentes segmentos empresariais vem sendo incentivada. É nesse sentido que a Agência Suíça para o Desenvolvimento e Cooperação – SDC (OS-RP-32. ORJUELA, Diana Rojas) compartilhou, durante o Fórum, o trabalho de disseminação da ISO 14046, sobre avaliação da pegada hídrica de produtos, processos e organizações, com base na ACV - Avaliação do Ciclo de Vida (BOX 5).

### **BOX 5. GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS CORPORATIVOS: REDUZINDO IMPACTOS NA ÁGUA E GERENCIANDO RISCOS – COLÔMBIA, PERU E CHILE**

***Diana Rojas Orjuela, Latin American Advisor,  
Global Programme Water, Agência Suíça para o  
Desenvolvimento e a Cooperação (SDC), OS-RP-32***

A Agência Suíça para o Desenvolvimento e a Cooperação atua na Colômbia, Peru e Chile, e passará a atuar junto ao Brasil e México com o Projeto SuizAgua, como parte do seu Programa Global de Iniciativas em Água. A proposta é voltada para o setor privado, instituições públicas e centros de pesquisa para promover a gestão responsável e comprometida da água.

As linhas de ação da agência se pautam em:

- ▶ Pegada hídrica (com base na ISO 14.046): avaliação, redução e gerenciamento de impactos internos nas cadeias produtivas de bens e serviços;
- ▶ Compromisso com a cadeia de valor: participação de fornecedores e clientes na redução de seus impactos na água;
- ▶ Ações coletivas nas bacias hidrográficas: compromisso das partes interessadas em desenvolver ações conjuntas para o gerenciamento sustentável da água e a proteção dos ecossistemas.

A pegada hídrica corporativa é trabalhada segundo a ISO 14046 por meio da aplicação de metodologia desenvolvida especificamente para esse propósito.

A iniciativa envolveu mais de 30 projetos nos cinco países onde vem sendo desenvolvida.

Cabe destacar que, apesar do entendimento da importância da contabilidade da água e seu uso na gestão, conforme apresentado, em geral, ao longo das discussões do Fórum, a metodologia da pegada hídrica também sofreu críticas, principalmente, quando envolve produtos agropecuários e comunicação, indicando a necessidade de mais discussões sobre o tema.

Outro fator essencial relacionado à incorporação da gestão hídrica nas estratégias das empresas é a necessidade de compartilhamento de dados (SS-TP-10. SOUZA, Marlos de.) relacionados à gestão hídrica interna e externa de forma a viabilizar o *benchmarking* setorial (SS-SFG-02. SOARES NETO, Percy).

Experiência de atuação junto ao respectivo setor é identificada na Espanha, que apresenta o relato de uma empresa do setor de alimentos e bebidas (OS-TP-40. SANTERO, Juan Francisco Ciriza.) que apoiou o processo de identificação de padrões de desempenho relacionados ao consumo de água e à transição para uma economia circular para todo um segmento.

Da mesma forma, no Brasil, o programa Sebraetec (OS-TP-32. SOUZA, Suênia) trabalha com micro e pequenas empresas na identificação e formatação de soluções inovadoras relacionadas à sustentabilidade, incluindo a questão da água na preparação de conteúdos voltados para a capacitação desse segmento. É importante destacar a importância do trabalho com o segmento de micro e pequenos negócios que representa, no Brasil, 98,5% das empresas e é responsável por 54% dos empregos formais, segundo a palestrante.

É essencial, para ambos os casos acima, a interlocução setorial e a identificação de fatores limitantes aos avanços desejados, sejam eles legais ou regulatórios.

No Dia da Água nos Negócios (SS-SFG-02, SOARES NETO, Percy), promoveu-se um amplo debate que resultou no lançamento do Compromisso Empresarial Brasileiro para a Segurança Hídrica. O documento indica que as empresas signatárias do documento deverão trabalhar em torno do cumprimento de metas que buscam estabelecer as melhores práticas de gestão de recursos hídricos. O compromisso envolve, entre outras, as seguintes ações: apoio às comunidades locais quanto à WASH (*Water, Sanitation, and Hygiene* ou Água, Saneamento e Higiene em português) e disponibilidade hídrica; redução do risco hídrico; *benchmarking*; investimentos; e economia circular.

Em todos os casos relacionados à gestão da água no setor empresarial, observa-se que o setor está comprometido na busca de soluções e manifesta o desejo de uma participação mais ativa na gestão integrada dos recursos hídricos (SS-TP-10. SOUZA, Marlos de.).

### 3.1.3 Nexo Água-Energia-Alimento e o Desenvolvimento Econômico

Os tópicos que mais se destacaram durante o 8º Fórum, no âmbito do nexos água-energia-alimento, foram: o diálogo intersetorial; a transparência; a tecnologia; o compartilhamento de conhecimento; e a governança. A abordagem da gestão da água no território foi observada nas sessões que trataram dos reservatórios multipropósitos com geração de energia, do reúso da água, e de políticas públicas associadas ao uso da água na irrigação. Por fim, são apresentadas experiências de tecnologias associadas a sistemas de irrigação locais.

O diálogo entre os diferentes setores é essencial na abordagem do nexos água-energia-alimento, em que se busca a otimização no uso dos recursos naturais envolvidos, em estratégias em que todos ganham. A linguagem e os termos específicos utilizados pelos profissionais das diferentes áreas, principalmente do setor hídrico e de energia elétrica, foram apontados como fatores que dificultam esse diálogo (SS-TP-10. CAMPANA, Michael).

Outro ponto identificado foi como a transparência e o desenvolvimento tecnológico se tornam fatores relevantes por permitirem o acompanhamento da demanda e do consumo de água e de energia, de forma que os usuários possam participar da gestão desses recursos. (SS-TP-10. CAMPANA, Michael).

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) apresentou um exemplo de como a tecnologia pode auxiliar a gestão da água na agricultura (BOX 6). Ela desenvolveu um banco de dados acessível ao público em tempo quase-real, usando dados de satélite que permitem o monitoramento da produtividade agrícola da água e da terra e a absorção de dióxido de carbono pela vegetação que é o WaPOR - sensoriamento remoto para produtividade da água (OS-TP-32. HOOGEVEEN, Jippe).

#### **BOX 6. MONITORANDO A PRODUTIVIDADE DA TERRA E DA ÁGUA NA AGRICULTURA POR SENSORIAMENTO REMOTO.**

***Jippe Hoogeveen, Land and Water Division, Food and Agriculture Organization (FAO), OS-TP-32***

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) está desenvolvendo um banco de dados acessível ao público (versão beta) em tempo quase-real, usando dados de satélite, que permite o monitoramento da produtividade agrícola da água e da terra e da absorção de dióxido de carbono pela vegetação. Denominado WaPOR – sensoriamento remoto para produtividade da água – esse portal cobre a África e o Oriente Próximo, com dados remotamente detectados.

O objetivo do portal de dados é:

- ▶ Auxiliar os países na identificando de lacunas na produtividade da água, propondo soluções e contribuindo para um aumento sustentável da produção agrícola;
- ▶ Contribuir para a redução geral do estresse hídrico; e
- ▶ Fornecer subsídios para modernizar os esquemas de irrigação e promover e aumentar o uso eficiente dos recursos naturais.

As avaliações de produtividade da água e outros cálculos intensivos em computação são baseados no *Google Earth Engine*.

A produtividade da água e da terra é avaliada de maneira diferente nos três níveis espaciais:

- ▶ Nível continental - resolução de 250 m do solo;
- ▶ Nível nacional e subnacional - resolução de 100 m do solo;
- ▶ Esquema de irrigação e sub-bacia - resolução do solo de 30 m

Os serviços do portal são diretamente acessíveis por meio de APIs dedicadas (interface de programação de aplicações), que estão sendo gradualmente publicadas e documentadas no site da FAO. Todos os dados no portal são de acesso aberto bem como os modelos e metodologias.

O compartilhamento de conhecimento também é essencial para assegurar a disseminação de boas práticas e inovações. A Comissão Internacional de Irrigação e Drenagem (ICID - *International Commission on Irrigation and Drainage*) é uma plataforma de compartilhamento de conhecimento dedicada a questões que abrangem todo o espectro de práticas de gerenciamento de água agrícola, que variam da agricultura de sequeiro à irrigação suplementar, drenagem de terras, irrigação por déficit e irrigação total. Trata-se de uma organização profissional, científica, técnica e internacional, sem fins lucrativos, composta por especialistas de todo o mundo nas áreas de irrigação, drenagem, gerenciamento de inundações, além de outros conhecimentos relacionados ao gerenciamento da água na agricultura (OS-TP-53. REINDERS, Felix).

O Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura - Região Caribe (IICA Caribe) incentiva o compartilhamento de conhecimento por meio do *Torneo de Sequía* - adaptação da *The Invitational Drought Tournament*, metodologia criada pelo departamento de agricultura do Canadá. Trata-se de uma metodologia participativa que, por meio da simulação, busca aumentar a preparação dos atores dos setores público e privado para um evento de seca e promover a capacidade de identificar medidas de prevenção, tomar decisões e gerir riscos climáticos. (OS-RP-32. RASER, Erin)

A governança, por sua vez, é fator de destaque, principalmente quando se fala em água e energia no contexto do estresse hídrico. Para a gestão da água e da energia de forma conjunta, devem ser desenvolvidas estruturas comuns de governança, em que a questão do solo também deve ser considerada. O sistema de gestão integrada de recursos hídricos deve considerar, portanto, a gestão da energia (SS-TP-10. CAMPANA, Michael).

Essa integração tem pautado a discussão sobre a segurança hídrica e energética e a discussão acerca da construção de novos reservatórios de acumulação para usinas hidrelétricas no Brasil. Atualmente, a configuração das plantas de geração hidrelétrica no Brasil tem seguido a tendência de empreendimentos a fio d'água, impactando a reserva de energia do Sistema Interligado Nacional – SIN, podendo trazer prejuízo à segurança hídrica em razão da menor disponibilidade de água e aprofundar os conflitos pelo uso da água. O setor elétrico tem investido na geração eólica conciliada com a capacidade de reservação. Acredita-se que a construção e a operação de reservatórios multipropósitos, sob um modelo institucional que assegure a integração setorial, desde a fase de planejamento, de forma a atender os interesses dos diversos setores e os usos múltiplos, possa ser a solução para fazer frente ao crescimento socioeconômico e ao aumento da demanda por água, energia e alimento (OS-RP-08. RIBEIRO, Igor).

Um exemplo de projeto multipropósito é a experiência das Bacias de Columbia e Yakima (OS-RP-08. CRISTENSEN, Wendy), nos Estados Unidos, que mostra como a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos congrega diferentes setores (abordagem donexo água-energia-alimento) e tecnologias para diferentes finalidades. Esse exemplo envolve uma série de reservatórios para usos múltiplos, que são dispostos ao longo do fluxo do rio, e canais que desviam água em áreas com declive, para a agricultura, e coletam água dos processos agrícolas, que é tratada e devolvida ao rio (BOX 7).

### **BOX 7. PROJETO MULTIPROPÓSITO: RECREAÇÃO, ABASTECIMENTO, IRRIGAÇÃO, GERAÇÃO DE ENERGIA, CIRCULAÇÃO DE PEIXE**

**Wendy Cristensen, Project Manager, Yakima River Basin Water Enhancement, U.S. Department of the Interior, OS-RP-08**

Os projetos de usos múltiplos dos rios Columbia e Yakima estão localizados no estado de Washington, EUA.

O Projeto do Rio Columbia conta com 271 mil hectares de área irrigada em que são produzidos batata, trigo, alfafa, cereja, feno e uvas para vinho. São dois grandes reservatórios na parte norte da bacia que desviam apenas a água necessária para a agricultura. O projeto gera 145 Megawatts de energia e a agricultura da região contribui com 4 bilhões de dólares para a economia do país.

O Projeto do Rio Yakima é responsável pela irrigação de uma área de quase 188 mil hectares. São cinco reservatórios no projeto, cuja atividade agrícola é responsável por aproximadamente 3,5 bilhões de dólares com produção de cereja, pêssego, pera, maçã, e quase 75% do lúpulo produzido nos Estados Unidos.

A água de irrigação é frequentemente usada mais de uma vez antes de retornar ao rio. Um pequeno sistema de geração de energia nos canais é capaz de gerar 0.025 Megawatts por milha, com a meta de gerar 1 Megawatt. No projeto são gerados 25 Megawatts.

Além de fornecer água para irrigação, produzir eletricidade, controlar enchentes, proporcionar recreação e regular a vazão, os Projetos da Bacia do Rio Columbia também fornecem água para cidades, indústrias e navegação, e asseguram a conservação de espécies ameaçadas de extinção.

Nesse caso, acontece o aproveitamento energético ao longo do fluxo da água nos canais de irrigação bem como nos reservatórios que ainda são utilizados para atividades de lazer. Canais específicos atendem populações indígenas na região para criação de peixes que ajudam no controle da qualidade da água. O monitoramento da qualidade e quantidade de água também é indicado, nesse caso, como estratégico para a gestão da água.

A experiência acima mostra a relevância de reservatórios multipropósitos no aspecto do consumo de água e geração de energia. A gestão territorial, considerando energia, água e os usos múltiplos da represa, deve envolver também o monitoramento da qualidade e quantidade de água superficial e subterrânea. (OS-TP-32. KAMINSKI, Newton).

A aplicação da abordagem de integração de sistemas é uma maneira de enfrentar o desafio do nexos água-energia-alimento. Durante o evento, foram apresentadas tecnologias e soluções de tratamento da água residual e de resíduos oriundos da produção de alimento (agricultura e criação de animais) por meio de processos biológicos. O resultado gera a recuperação da água tratada, produção de energia, fertilizantes e outros componentes químicos (OS-TP-23. LIAO, Wei).

A Itaipu Binacional apresenta sua experiência com o aproveitamento de fontes renováveis de energia, em especial o biogás produzido a partir de dejetos da agropecuária, da agroindústria e de esgotos urbanos no oeste do Paraná, Brasil. O arranjo tecnológico desenvolvido para a região, em parceria com a CIBio-gás - Centro Internacional de Energias Renováveis–Biogás (centro científico, tecnológico e de inovação), desenvolve e apoia projetos relacionados a energias renováveis. A implantação desses sistemas de produção de biogás, além de gerar energia e produzir biofertilizantes, evita a contaminação das águas na bacia hidrográfica (OS-TP-32. KAMINSKI, Newton).

A gestão da água no território e a segurança hídrica também foram objeto do relato da experiência da Espanha, que viabilizou o aumento da sinergia entre água e produção de energia (OS-RP-08. MENENDEZ, Manuel). A busca pela otimização no uso dos recursos hídricos, com a substituição de sistemas de canais abertos para sistemas tubulados, e a implantação de serviços orientados conforme a demanda implicaram em um aumento no consumo de energia e, conseqüentemente, no custo de produção. Como uma forma de minimizar o impacto desses custos, as diferentes fontes de água foram interligadas para a distribuição, de forma a ser viável optar pela água mais adequada a depender da época do ano: água de superfície, água subterrânea e água dessalinizada. Sistemas de dessalinização mais modernos permitiram, ainda, a redução do custo de energia das plantas de dessalinização. Esse é um caso em que novas tecnologias associadas à irrigação e aos sistemas de dessalinização permitiram otimizar o uso da água e da energia, numa estratégia positiva donexo água-energia-alimento. O nexo é tão complexo e com tantas implicações socioambientais que apenas a abordagem técnica não é suficiente. Envolvimento político e de partes interessadas (*stakeholders*) é essencial (OS-RP-08. MENENDEZ, Manuel).

Além das experiências de gestão da água no aspecto mais amplo na bacia, a produção de alimentos pode se beneficiar de soluções tecnológicas locais associadas a projetos de irrigação que são estratégicos para proporcionar eficiência energética, economia de custos de operação, além do uso eficiente da água. Logo, a modernização dos sistemas de irrigação é necessária e traz mais eficiência no uso da água, como demonstrado nas experiências compartilhadas a seguir (OS-RP-10. CHRISTOFIDIS, Demetrios).

A experiência do Distrito de Irrigação Nilo Coelho, no Brasil (OS-RP-10. ARRUNÁTEGUI, Humberto), é um desses casos que demonstra como fatores tecnológicos e o monitoramento de dados de consumo, tanto de água como de energia, viabilizam uma gestão mais eficiente dos recursos. Localizado entre os municípios de Casa Nova/BA e Petrolina/PE, o Distrito de Irrigação Nilo Coelho é uma instituição privada sem fins lucrativos, administrada pelos mais de 2 mil produtores representados por um Conselho de Administração. A instituição implementou um plano de eficiência energética que envolveu ações nos sistemas de condução e distribuição de água, de operações e de eficiência elétrica. Foram realizadas a revisão e a substituição de equipamentos, a adequação do período de funcionamento dos equipamentos, e a revisão de índices e critérios de desempenho para monitoramento. Foi criado um sistema para o controle da captação, da distribuição e do fornecimento de água em diversos níveis e para a manutenção do reabastecimento diário da rede de reservatórios de jusante a montante.

O Projeto Mandacaru (OS-RP-10. VIEIRA, Rodrigo) é outro exemplo dos benefícios que a atualização dos sistemas de irrigação pode trazer. O projeto, que teve sua metodologia certificada e inserida no Banco de Tecnologias Sociais da Fundação Banco do Brasil, orienta de forma detalhada as etapas e os procedimentos para conversão de sistemas de irrigação de superfície, por sulcos, para sistemas de irrigação pressurizada utilizando a irrigação localizada e a aspersão. Dessa forma, a intervenção melhora a gestão, proporciona a economia de água e de energia, reduz o dano ambiental e aumenta a competitividade do produtor. Interessante destacar a premissa adotada pela metodologia de não alterar a infraestrutura: a conversão de sistemas é realizada com a infraestrutura disponível. Após o sucesso do Projeto Piloto do Mandacaru, desenvolvido em Juazeiro, na Bahia, em 2011, a ‘Metodologia Mandacaru’ foi expandida para os perímetros públicos de irrigação de Maniçoba, Curaçá e Tourão, na Bahia, e Bebedouro, em Pernambuco, com resultados superiores aos obtidos no Projeto Piloto (70% de economia anual de água).

No Perímetro de Irrigação do Arroio Duro (OS-RP-10. VIEGAS, João Izidoro), no Rio Grande do Sul, Brasil, os produtores de arroz se organizaram em torno de um projeto de uso racional da água na cultura de arroz irrigado por inundação. É dado destaque à adaptação da solução tecnológica para mensurar o uso da água na cultura por inundação com a instalação de comportas parcelares que, com outras medidas adicionais (BOX 8), reduziram o consumo em 2 mil litros/ha desde a sua implementação.

## BOX 8. USO RACIONAL DA ÁGUA NA CULTURA DO ARROZ

**João Izidoro Viégas, Consultor Técnico, Associação dos Usuários do Perímetro de Irrigação do Arroio Duro (AUD), Rio Grande do Sul, Brasil, OS-RP-10**

A Associação dos Usuários do Perímetro de Irrigação do Arroio Duro (AUD) é responsável pela operação e manutenção do Perímetro de Irrigação do Arroio Duro. Trata-se de uma entidade que reúne mais de 400 produtores de arroz, a maioria com pequenas propriedades. Além da assistência técnica para irrigação, a AUD busca oferecer aos associados tecnologia operacional, informações meteorológicas e novos conhecimentos sobre o cultivo de arroz. O arroz produzido é todo irrigado por inundação. São 61 mil ha de arroz e um perímetro de irrigação de 21 mil ha, o que torna obrigatório o uso racional da água. É mais complexo mensurar o uso da água na cultura por inundação, diferentemente da irrigação pressurizada, por exemplo. A AUD tem o desafio de atender todos os agricultores com o projeto de uso racional da água, que foi desenvolvido quase que com tecnologia própria.

Fatores fundamentais para o sucesso do projeto foram:

- ▶ Disposições normativas – definição de critérios de distribuição da água (cota de irrigação) conforme característica do usuário;
- ▶ Sistema de monitoramento dos níveis da água nos canais de irrigação e drenagem ao longo do perímetro irrigado com transmissão via telemetria em tempo real através de software próprio;
- ▶ Instalação de sistema de comportas por parcelas. Todas as propriedades foram equipadas com tomadas de água padrão, calibradas no laboratório de hidráulica da UFRGS, e comportas por parcelas, o que permite regular a vazão;
- ▶ Programa de incentivo ao uso racional da água. De adesão voluntária, confere um prêmio pecuniário na tarifa para quem consegue manter o volume pré-estabelecido de consumo de água;
- ▶ Incentivo para a sistematização de áreas, ou seja, para nivelamento com a mesma quota, reduzindo a lâmina d'água e aumentando o intervalo de manutenção;
- ▶ Teste de variedades de menor ciclo que otimizam o uso da água. Os resultados são divulgados junto aos produtores.

Como resultado, o consumo de água, que antes era de 12 mil litros/ha, foi reduzido para 10 mil litros/ha e a AUD possui como meta reduzir o consumo para 8 mil litros/ha nos próximos anos.

A expansão da agricultura irrigada, portanto, deve considerar critérios técnicos, ambientais, de disponibilidade hídrica e estruturais para otimizar os investimentos e aumentar a eficiência no consumo de água (OS-RP-10. CHRISTO-FIDIS, Demetrios).

O Projeto Produtor de Água da Bacia do Ribeirão Pipiripau, no Distrito Federal, Brasil, foi objeto de visita técnica oficial do 8º Fórum Mundial da Água, como modelo de cooperação e governança entre 17 instituições (governo, usuários e ONGs), integração entre zonas urbanas e rurais na Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, implementação de infraestruturas verde e cinza, capacitação para o manejo e a alocação negociada da água., entre outras, o que inclui o Pagamento por Serviços Ambientais para cerca de 200 produtores rurais que adotaram boas práticas agrícolas e ambientais em suas propriedades, ajudando a minimizar os impactos do histórico conflito pelo uso da água na bacia (Lima e Ramos, 2018).

Por fim, o Fórum apresenta, como mensagens associadas à temática, que a agricultura, como principal usuária de água, deve aumentar sua participação nas discussões sobre a gestão dos recursos hídricos. Também coloca que solo, energia e água não podem ser geridos ou planejados de forma independente (Encerramento do Processo Temático do 8º Fórum Mundial da Água, 2018).

## 3.2 Financiamento, Tecnologias, Infraestrutura, e Gestão Integrada para a Segurança Hídrica

### 3.2.1 Financiamento para a Gestão da Água

Estimativas globais demonstram que as necessidades atuais de financiamento em infraestrutura hídrica vão além dos recursos financeiros disponíveis (OS-TP-37. LECKIE, Hannah). Existe uma enorme lacuna entre os níveis atuais de investimento no setor de recursos hídricos e os montantes necessários para cumprir as metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em particular o acesso universal aos serviços básicos de água e saneamento (ODS 6). Os desafios relacionados à adaptação às mudanças climáticas, substituição da infraestrutura antiga e expansão da infraestrutura existente tendem a aumentar esse *gap* no futuro. Portanto, é necessária uma transformação no financiamento do setor, seja pelo aumento da eficiência no uso dos recursos públicos, seja pelo incentivo à participação privada ou de fundos alternativos (PP-NG-07, Sessão Ministerial de Alto Nível).

A capital da Namíbia apresentou um caso em que a parceria público-privada viabilizou melhorias no sistema de tratamento e reúso de água residual. Em Windhoek, a Estação de Reciclagem de Águas Residuais de Goreangab trata água residuária e fornece água potável para a população e, desde 2001, é gerenciada pelo consórcio *Windhoek Goreangab Operating Company* (WINGOC), entre Veolia, *Berlinwasser International* e WABAG (OS-TP-41. HONER, Thomas).

No Senegal, outro caso que se pauta na parceria público-privada para o sucesso é o Programa de Valorização da Cadeia de Lodo Séptico (BOX 2), que delegou estações de tratamento de esgoto ao setor privado, com o objetivo de controlar o descarte ilegal de esgoto e incentivar o emprego de tecnologias modernas para o aproveitamento dos sub-produtos do tratamento do esgoto, tornando a operação das estações financeiramente viável (OS-TP-37. GUEYE, Mouhamadou).

No Brasil, o empreendimento Aquapolo, resultado da parceria entre a BRK Ambiental e a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), fornece 650 litros/segundo de água de reúso para o Polo Petroquímico da Região do ABC Paulista, o que equivale ao abastecimento de uma cidade de 500 mil habitantes (OS-TP-41. SILVA, Fernando G.).

Os debates sobre o financiamento da água estão voltados, principalmente, para investimentos em infraestrutura. No entanto, o setor tem tido um fraco desempenho ao transformar esses investimentos em serviços sustentáveis e há uma crescente lacuna no financiamento da governança. Esse talvez seja um dos

custos mais ignorados no setor e um dos elementos mais importantes ao se planejar mecanismos de financiamento (OS-TP-61. FONSECA, Catarina). Portanto, boa governança, eficiência e integridade da água são essenciais para garantir mais recursos financeiros a fim de se alcançar o acesso universal à água e ao saneamento. (OS-TP-61, *Programme Outline for session 6B1: Financing Governance*).

A Agência Francesa de Desenvolvimento (AFD) utilizou mecanismos de empréstimos como instrumento para a promoção da eficiência e da sustentabilidade de políticas públicas em WASH (Água, Saneamento e Higiene) na Bolívia e no Senegal (OS-TP-61. GILQUIN, Céline). O desafio de acesso à água e ao saneamento em função da ausência de uma boa governança pauta a estratégia de ‘Água e Saneamento’ da AFD. Depois de ter assegurada uma boa estrutura de governança é que os investimentos em infraestrutura são realizados. (BOX 9).

### BOX 9. GOVERNANÇA DA ÁGUA E OS INSTRUMENTOS FINANCEIROS: PERSPECTIVAS DE UMA INSTITUIÇÃO DOADORA NA BOLÍVIA E NO SENEGAL

**Céline Gilquin, Chefe da Divisão de Água e Saneamento,  
Agência Francesa de Desenvolvimento (AFD), OS-TP-61**

A promoção da boa governança em WASH (Água, Saneamento e Higiene) se dá pelo apoio à definição de estruturas setoriais transparentes, eficientes e inclusivas. Isso envolve medidas técnicas e econômicas tais como modelos financeiros, tarifação e alocação de recursos. O combate à corrupção também é uma abordagem relevante nessa etapa. Para implementar essa estratégia, a AFD adota como política a concessão de empréstimos para os países beneficiários. Esse processo consiste em vincular uma parcela fixa do desembolso a critérios de elegibilidade em que a política geral do governo e a maneira como o orçamento é gerido (gestão das finanças públicas, situação da microeconomia e transparência orçamentária) são analisados. Os recursos restantes são vinculados a uma matriz de indicadores setoriais. À medida que os indicadores vão sendo alcançados, parcelas adicionais dos recursos vão sendo liberadas. Todo o processo é definido junto com as autoridades do país receptor do apoio.

Para otimizar a gestão, melhorar a qualidade dos serviços e assegurar maior investimento, Portugal apresenta um exemplo de como reestruturou todo o seu sistema de governança. O processo teve início em 1993 com a reforma nacional do serviço de abastecimento de água e saneamento do país e a criação de um grupo empresarial público, o “Águas de Portugal”, formado por empre-

sas públicas com direito comercial (OS-TP-62. SERRA, Alexandra). O modelo de governança multimunicipal segmentou o setor. As operações de captação e tratamento de água e adução até os reservatórios municipais, bem como a coleta de esgoto dos municípios, seguida de tratamento e devolução aos corpos receptores ficaram sob a responsabilidade da Águas de Portugal. O segmento de atendimento aos usuários, com a distribuição de água e a coleta de esgotos nas unidades de consumo ficou sob a responsabilidade das prefeituras, de operadoras municipais, de parcerias público-privadas ou de parcerias públicas.

Na América Latina, um estudo mostrou que cerca de 10% dos investimentos são perdidos devido à corrupção (OS-TP-61. CATHALA, Corinne). O Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) atua no apoio ao combate à corrupção, na implementação de mecanismos de transparência na prestação de serviços públicos, e na melhoria do nível da regulamentação da água. O Banco também presta assistência técnica e disponibiliza ações de fortalecimento institucional junto às empresas de serviços públicos.

Nesse âmbito, o BID desenvolveu em parceria com a Associação Internacional da Água (IWA), um padrão internacional – o AquaRating. Trata-se de uma metodologia para fortalecer a gestão das empresas prestadoras de serviço de água e saneamento, por meio da revisão dos indicadores estratégicos e de boas práticas em toda a cadeia de valor. O processo começa com uma fase de autoavaliação da empresa para verificar o *status* atual em 8 áreas estratégicas: qualidade do serviço; planejamento; operações; gestão; finanças; acesso aos serviços; gestão ambiental; e governança corporativa. Posteriormente, a validação dos resultados gera um mapeamento dos elementos avaliados que orienta a empresa na identificação de áreas de foco, pontos fortes e oportunidades de melhoria. Está disponível, também, uma certificação, que verifica as informações para garantir a qualidade e a conformidade do processo, através de auditoria independente.

Além da atuação do Estado em assegurar uma boa governança para a gestão dos recursos hídricos, a boa gestão das operadoras é primordial para que os investimentos no setor continuem atrativos e viabilizem a universalização do acesso aos serviços de água e saneamento.

O Programa GoAL WaSH, do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) preparou uma metodologia para uma nova abordagem na gestão financeira e geral das companhias que prestam o serviço de água e saneamento, tornando-o sustentável para os consumidores (OS-TP-59. Filme: Cada gota d’água tem que encontrar o seu caminho até os consumidores). O objetivo é garantir o fornecimento da água através da boa gestão, com clara definição dos papéis e responsabilidades, num espírito de parceria entre as prefeituras e

as companhias fornecedoras. A metodologia foi implementada de forma piloto em empresas nas cidades de Tešanj e Teslić, na Bósnia e Herzegovina (BOX 10).

## BOX 10. FILME: CADA GOTA D'ÁGUA TEM QUE ENCONTRAR O SEU CAMINHO ATÉ OS CONSUMIDORES

***Programa GoAL WaSH, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), OS-TP-59***

A população da Bósnia e Herzegovina tem serviços deficitários de abastecimento de água e de tratamento de águas residuais. A rede de suprimento é antiquada e a qualidade da água é questionável. A causa desses problemas no setor de abastecimento de água é que os responsáveis pelo suprimento não investem na manutenção do sistema. Há carência de equipes qualificadas, falta de clareza na definição e distribuição de responsabilidades, além da tarifa cobrada não ser adequada. Tudo isso põe em risco, a longo prazo, o serviço de abastecimento. Por isso é necessária uma nova abordagem na gestão financeira e geral das companhias que prestam o serviço, tornando-o sustentável para os consumidores.

Através do Programa *GoAL WaSH*, o PNUD se empenha em apoiar a atribuição de responsabilidades às companhias, estabelecendo metas de fornecimento sustentável de água e saneamento. O programa preparou uma metodologia para facilitar o processo de definição de tarifas adequadas para o fornecimento da água e tratamento de esgoto.

A tarifa deve assegurar cobertura total dos custos da prestadora do serviço, investimentos na manutenção e capital de giro, além de respeitar o princípio da acessibilidade do serviço aos consumidores.

Em 2017, a metodologia foi testada por empresas nas cidades de Tešanj e Teslić. A intenção é ampliar a metodologia para o maior número de companhias na Bósnia e Herzegovina como mecanismo efetivo para avaliação do custo financeiro do serviço de abastecimento e sustentabilidade do sistema a longo-prazo. Além de ampliar o nível de transparência das companhias, será possível estabelecer um quadro regulatório apropriado para os serviços de abastecimento de água, e coleta e tratamento de águas residuais.

As perdas no sistema de distribuição de água também representam custos. A média mundial de água tratada, mas perdida antes de chegar ao usuário é de 35%. Em São Paulo, é de 37% e em algumas cidades, essa taxa pode chegar a

70% (OS-TP-32. LEMOS, Flávio). A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) luta contra as perdas na rede de distribuição de água (OS-TP-37. LEMOS, Flávio).

Em 2013, o Consórcio RE São Luiz foi contratado para realizar estudos e distribuir de forma mais produtiva a quantidade de água do Setor de Abastecimento Jardim São Luiz, na cidade de São Paulo. O contrato de performance, modalidade de contratação utilizada, permite reduzir prazos de implementação das obras e das melhorias, buscar soluções inovadoras e de longo prazo, atrair o mercado com histórias de sucesso, e otimizar os processos de gestão. A economia que a Sabesp obtém com a redução nas perdas é utilizada para pagar o consórcio pela prestação do serviço. Os estudos indicaram o potencial de economia de água de 680 mil m<sup>3</sup>/mês. Foram economizados mais de 1 milhão m<sup>3</sup>/mês, convertidos em remuneração pelas melhorias implementadas, como aumento da extensão da rede de distribuição e de conexões.

Existem diferentes arranjos para financiamento em parcerias público-privadas voltadas para a construção de projetos de infraestrutura. O custo desses projetos é alto e o tempo para recuperação do capital investido é longo. Esses dois aspectos representam alguns dos riscos que elevam as taxas de juros dos projetos. Fundos de instituições para o desenvolvimento, que costumam ser disponibilizados a taxas de juros mais baixas ou a fundo perdido, podem ser associados aos arranjos financeiros/ financiamentos, no que é chamado de *blended finance*. Do ponto de vista dos investidores, esse sistema de financiamento reduz os riscos associados ao capital investido – sejam riscos financeiros, sociais ou ambientais – e incentiva o aporte de capital privado ao assegurar a sustentabilidade financeira dos projetos. (OS-TP-62. ALEXANDRE, Jean-Luc)

A Jordânia apresenta uma experiência interessante de *blended finance* para um projeto de parceria público-privada do tipo BOT (*Build, Operate and Transfer* ou Construir, Operar e Transferir em português), de 25 anos, para a construção da estação de tratamento de águas residuais “As-Samra” (OS-TP-62. ALEXANDRE, Jean-Luc). O empreendimento contou com recursos da Agência Sueca de Desenvolvimento e Cooperação Internacional (Sida) para a preparação do projeto. A Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (USAID) e a *Millennium Challenge Corporation* (MCC) realizaram financiamento a fundo perdido, respectivamente, para as etapas I e II do empreendimento. Esse capital foi essencial para assegurar a sustentabilidade financeira do projeto, que contou ainda com investimentos das empresas consorciadas, por meio da emissão de quotas de participação e de um consórcio de bancos locais com taxas de juros favoráveis (BOX 11).

## BOX 11. OTIMIZANDO OS RECURSOS FINANCEIROS EXISTENTES PARA APRIMORAR A SUSTENTABILIDADE DOS SERVIÇOS DE ÁGUA - CASO JORDÂNIA

**Jean-Luc Alexandre, Diretor de operações de infraestrutura de tratamento, SUEZ, OS-TP-62**

A situação hídrica na Jordânia é crítica. A quantidade de água disponível por pessoa, por ano, é de 150 m<sup>3</sup> quando mundialmente, abaixo de 500 m<sup>3</sup> é considerada emergência. A estação de tratamento de água “As Samra” foi construída para substituir as antigas e sobrecarregadas lagoas de estabilização de águas residuais em Amã e trata 30% da água de esgoto do país para reúso.

A infraestrutura foi construída com parceria público-privada do tipo BOT (construção-operação-transferência) de 25 anos. A primeira fase envolveu a assinatura do contrato BOT com o governo da Jordânia em 2003, a construção da planta, finalizada em 2008, com capacidade de 267 MLD (milhões de litros por dia), e o período de O&M (operação e manutenção) previsto para até 2030 (22 anos). A segunda fase envolveu a expansão da estação com aumento em 37% da capacidade (para 365 MLD) e extensão do período de O&M até 2037. Atualmente está sendo preparada a terceira fase que deverá aumentar a capacidade para 500 MLD.

Quanto ao financiamento, as fases I e II receberam recursos da Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (USAID) e da *Millennium Challenge Corporation* (MCC), respectivamente, tornando o projeto financeiramente sustentável. Um consórcio de bancos locais liderados pelo *Arab Bank* concedeu um financiamento mais barato para o projeto. O consórcio contratado para desenvolver o empreendimento entrou com quotas de participação (*equity*) para formação da Sociedade de Propósito Específico. Essa combinação de fontes de financiamento, capaz de mobilizar financiamentos adicionais para o desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento, é denominada *blended finance*. (fonte: <https://www.oecd.org/dac/financing-sustainable-development/blended-finance-principles/>). Além de taxas de juros menores, o arranjo viabilizou tarifas mais baixas para os usuários.

Outros destaques do empreendimento são:

- ▶ Proteção da água subterrânea – A estação de tratamento substituiu as lagoas que poluíam a Bacia Amã-Zarqa pela infiltração das águas residuais;
- ▶ Reúso da água – As Samra trata água para reúso na irrigação, atende 4 mil produtores em uma área de 10 mil ha;

- ▶ Geração de energia –As turbinas e o biogás da estação geram 80% da energia necessária para a sua operação;
- ▶ Geração de emprego – Mais de mil empregos gerados durante as obras e 165 empregos para O&M. 99,5% de empregados do país e 70% de mão-de-obra local, propiciando treinamentos e transferência de conhecimento; e
- ▶ Envolvimento da comunidade – Forte apoio político no nível estadual, envolvimento de instituições financeiras locais, gestão dos desafios ambientais locais como a necessidade de água para a irrigação, e consideração das preocupações das comunidades locais.

Por fim, as questões relacionadas à água afetam diretamente o bem-estar da população e a economia. Inundações e escassez hídrica, falta de acesso ou acesso inadequado à água e ao saneamento são exemplos de como a água, se mal gerida, representa um risco, inclusive econômico. A gestão da água implica na atuação adequada das instituições, em investimentos para manutenção, ampliação e adaptação da infraestrutura hídrica visando maior eficiência, na criação de políticas e estratégias que considerem a eficiência hídrica como princípio nos demais setores, e em mecanismos financeiros para fomentar as mudanças necessárias no setor (OS-TP-37. LECKIE, Hannah).

### 3.2.2 Tecnologias para a Gestão Integrada da Água

A tecnologia tem um papel fundamental para o alcance das metas do ODS 6, não apenas em termos de tecnologia de engenharia na entrega e manutenção de instalações e sistemas de água e saneamento (como torneiras, sanitários e tubulações), mas também no uso mais amplo de tecnologias da informação e comunicação (TICs) para ajudar a gerenciar a própria água (UNESCO e UNESCO i-WSSM, 2019).

O desenvolvimento tecnológico pode ser notado em grande parte dos casos apresentados, e não apenas naqueles que se propuseram a discutir o tema específico. Os avanços tecnológicos aparecem associados à necessidade de melhoria, seja na busca de maior eficiência dos processos de gestão hídrica, seja para assegurar a qualidade da água. Na prevenção de desastres associados à água e na economia circular, a tecnologia vem desempenhando, também, um papel significativo. Novos métodos, técnicas, equipamentos e soluções aparecem, desde as soluções locais de abastecimento e saneamento até a gestão da água no âmbito nacional ou transfronteiriço, passando por soluções inspiradas nos processos naturais – Soluções baseadas na Natureza (SbN) – e pelos avanços digitais de um modo geral.

Tecnologias sociais – iniciativas que promovem soluções de efetiva transformação social – também foram identificadas para o fornecimento e tratamento de água. O Programa Semear Internacional (OS-RP-32. VITERBO, Fabiana) tem como objetivo aumentar o impacto e a eficiência de políticas e programas de desenvolvimento rural, e reduzir a pobreza rural no nordeste do Brasil. A publicação “Semeando Saberes, Inspirando Soluções – Boas Práticas na Convivência com o Semiárido”, na sessão “No curso das águas”, apresenta a sistematização de sete experiências relacionadas à economia de água, à captação de água ou ao incremento da disponibilidade de água no semiárido, onde o recurso é tão escasso (BOX 12).

## BOX 12. GESTÃO DO CONHECIMENTO VOLTADA PARA A SUSTENTABILIDADE DA ÁGUA EM ÁREAS RURAIS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

*Fabiana Dumont Viterbo, Coordenadora Programa Semear Internacional, IICA, OS-RP-32*

O Programa Semear Internacional, do Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola (FIDA) e executado em parceria com o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), desenvolve um trabalho que identifica, monitora e avalia, implementa e dissemina boas práticas e inovações sociais que estão sendo adotadas nas zonas rurais do nordeste do Brasil. Muitas vezes desenvolvidas pelos próprios moradores, essas iniciativas têm ajudado a transformar a sua realidade para uma melhor convivência com o semiárido brasileiro.

A publicação “Semeando Saberes, Inspirando Soluções – Boas Práticas na Convivência com o Semiárido” dedicou uma seção para as iniciativas relacionadas à água: “No curso das águas”. Algumas experiências sistematizadas na publicação:

- ▶ **Processo de filtragem de águas cinzas** Sistema que coleta água do chuveiro, pia da cozinha, tanque e máquina de lavar. Após passar pela caixa de gordura e por um filtro, a água é estocada em uma cisterna. Por meio do bombeamento para uma caixa d’água elevada, a água pode ser utilizada para regar a horta por sistema de gotejamento.
- ▶ **Recuperação e proteção de nascente** Intervenções para a recuperação da área de nascente, que estava previamente degradada e com água salobra. As medidas para proteção da área garantem uma fonte limpa, livre da presença de animais mortos, dejetos ou plantas em decomposição. A intervenção aumentou a disponibilidade de água, e a nascente passou a ser fonte de água para os animais e a família, durante o ano todo.

Observa-se a também presença de soluções tecnológicas no já mencionado projeto de captação e tratamento de água da chuva em uma escola na Índia (OS-TP-37. CHAKRABORTY, Debarati), que associa ao reservatório um sistema de filtragem e tratamento da água, para que essa possa ser consumida. Ainda na Índia, o caso de Mandalpara (OS-TP-37. CHAKRABORTY, Debarati) introduz novos sistemas sanitários, com fossa dupla que assegura padrões de higiene melhorados (BOX 1).

O projeto de aquicultura alimentada por águas residuais da Sociedade Cooperativa dos Pescadores de Mudialy (MFCS), terceiro caso da Índia também já apresentado, é uma solução baseada na natureza (OS-TP-37. CHAKRABORTY, Debarati). O esgoto é canalizado através de seis lagoas. Na primeira lagoa de estabilização, as águas residuais são tratadas com polvilhamento de cal virgem. Nas outras, o aguapé absorve o óleo e a graxa. Os túneis de conexão entre as lagoas são povoados com peixes exóticos como tilápia e nycotica que podem suportar estresse tóxico e outras variedades que respiram pelo ar como singi, magur e koi. Esses são peixes indicadores, pois dão sinal antecipado se a água estiver contaminada com produtos químicos. Quando os peixes saltam da água para respirar com muita frequência, o pescador fica sabendo que o oxigênio dissolvido na água está baixo. Em cada lagoa, a água é limpa por sedimentação e absorção, e posteriormente é canalizada para as lagoas de pesca (BOX 1).

A dessalinização da água do mar tem sido uma prática comum em vários países, seja para o consumo humano, seja para uso na produção de alimentos. Mas o seu uso não se restringe mais a países litorâneos. A prática tem sido utilizada também em regiões áridas ou com pouca disponibilidade de água potável, para o tratamento de água salobra. Essa tecnologia vem avançando a cada dia, ampliando as alternativas para a oferta hídrica.

O uso de dessalinizadores com tecnologia que otimiza o consumo de energia é relatado pela Espanha (OS-RP-08. MENENDEZ, Manuel), para aproveitamento de água do mar.

O Programa Água Doce (OS-RP-32. FERREIRA, Renato), no Brasil, incorpora cuidados técnicos, ambientais e sociais na recuperação, implantação e gestão de sistemas de dessalinização, prioritariamente em comunidades rurais do semiárido brasileiro. Ele visa ao estabelecimento de uma política pública permanente de acesso à água de boa qualidade para o consumo humano. O programa envolve 10 estados brasileiros e mais de 200 instituições, e utiliza a tecnologia de osmose reversa.

Seja por questão econômica, seja por causa da preocupação com a escassez hídrica e o conseqüente impacto nos negócios, o segmento empresarial busca continuamente soluções tecnológicas para otimizar o uso da água e outros recursos em seus processos. Pesquisas e o desenvolvimento de tecnologias permitem

o tratamento de água para reúso, além do aproveitamento de outros subprodutos dos processos produtivos.

Destaque pode ser dado para os casos de economia circular apresentados anteriormente: o Projeto Aquapolo Ambiental (OS-TP-41. SILVA, Fernando Gomes da.), de São Paulo, que utiliza solução tecnológica para tratamento de água residual de forma a atender os requisitos específicos de qualidade de água para empresas usuárias do sistema; a *Kalundborg Symbiosis* (OS-TP-40. LARSEN, Carl-Emil), que viabiliza o aproveitamento de água, energia e outros subprodutos entre o município e empresas (BOX 4); e a *Billund BioRefinery* (OS-TP-40. LARSEN, Carl-Emil), que adota tecnologias ambientais no tratamento de água e na geração de biogás.

*Marselisborg ReWater* (OS-TP-40. LARSEN, Carl-Emil), outro caso da Dinamarca, é uma planta de aprendizagem para o tratamento de água residual que adota uma estratégia de inovação com o objetivo de ser 150% autossuficiente em energia. “A ambição não é construir uma fábrica que permaneça inalterada pelos próximos cem anos. Estamos construindo uma fábrica que expandirá constantemente nosso conhecimento e, portanto, pode ser constantemente aprimorada. Nós construímos para as necessidades que conhecemos e abrimos espaço para flexibilidade em termos do que não sabemos. Pensamos em ciclos de vida curto para áreas que passam por rápido desenvolvimento tecnológico ou atendem a novas demandas.” relata Larsen.

A busca da eficiência produtiva na agricultura – o setor que mais consome água no mundo – também levou ao desenvolvimento de soluções, tanto na gestão da água, como no desenvolvimento de variedades agrícolas que demandam menos água.

O caso do Uso Racional da Água na Cultura do Arroz (OS-RP-10. VIEGAS, João Izidoro), apresentado com destaque no BOX 8, mostra como a parceria de produtores com universidades pode gerar soluções tecnológicas interessantes, a exemplo do sistema de comportas regulares para controlar o uso da água na cultura de arroz por inundação. Além da tecnologia de engenharia implementada, foi adotado sistema de monitoramento da água via telemetria em tempo real com emprego de *software*.

É consenso que a modernização dos sistemas de irrigação permitiu a otimização do uso da água, enquanto aumentou o consumo de energia. Portanto, a eficiência energética aparece como uma preocupação em todos os casos de irrigação apresentados, com a adoção de sistemas de monitoramento tanto para a eficiência hídrica quanto para a eficiência energética.

Os rios são a principal fonte de água na Malásia, fornecendo 97% da água utilizada. A estratégia do país para a gestão da água envolve a Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) no nível de bacia hidrográfica, a governança dos

recursos hídricos, e a gestão da demanda de água com base na disponibilidade hídrica. O NAWABS – *National Water Balance Management System* (OS-RP-13. ISNIN, Abdullah) é um abrangente Sistema de Suporte à Decisão voltado para a GIRH, desenhado para monitorar o alcance das metas do ODS 6 (BOX 13).

### **BOX 13. SISTEMA DE SUPORTE À DECISÃO (SSD) PARA A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: ESTRATÉGIAS PARA BACIAS HIDROGRÁFICAS NA MALÁSIA**

***Abdullah Isnin, Departamento de Irrigação e Drenagem da Malásia, OS-RP-13***

O National Water Balance Management System - NAWABS é um sistema para gerenciamento dos recursos hídricos por bacias e sub-bacias desenvolvido pela Malásia com base em metas do ODS 6. Por meio da coleta de dados e com base em modelos e ferramentas de suporte à decisão, são disponibilizadas informações para a gestão de bacias.

O sistema consiste nos seguintes componentes:

1. Estudo do balanço hídrico da bacia; vazões ecológicas; opções de gerenciamento de demanda; plano de conservação de recursos hídricos; e nexos água-energia-alimento.
2. Modelo numérico de recursos hídricos superficiais e infraestruturas relacionadas.
3. Modelo numérico dos recursos hídricos subterrâneos.
4. Banco de dados de resultados do modelo, bem como links para fontes de dados externas.
5. Sistema de suporte à gestão e decisões, e ferramentas SSD associadas.
6. Portal web para divulgação dos principais resultados do NAWABS.

Os resultados do NAWABS envolvem:

- ▶ **Contabilização da água** (ODS 6.1.1, 6.4.1 e 6.5.1.)
- ▶ **Disponibilidade de água** (ODS 6.4.2.)
- ▶ **Qualidade da água** (ODS 6.3.2, 6.4.2 e 6.5.1.)
- ▶ **Armazenamentos de água** (ODS 6.4.2 e 6.5.1)
- ▶ **Índice de recursos hídricos e de seca** (ODS 6.4.2 e 6.5.1)
- ▶ **Auditorias hídricas** (Indicador ODS 6.4.2)
- ▶ **Alocação de água** (ODS 6.5.1 e 6.5.2)
- ▶ **Opções alternativas de demanda** (ODS 6.5.1)
- ▶ **Recomendações sobre água com base em prioridades** (ODS 6.5.1 e 6.6.1.)

As grandes cidades promovem novos projetos para levar mais água ao sistema de abastecimento urbano, geralmente através de transferências ou obras muito caras. Antes de trazer mais água ao sistema, há que se reduzir a demanda e uma das formas de redução da demanda é o combate à perda de água. O consumo de energia também é um fator preocupante das operadoras de água. Estima-se que o setor de água potável é responsável por 4% da energia consumida no mundo, segundo o palestrante que apresentou a plataforma WatEner (OS-TP-32. PASTOR, Jordi J.).

A WatEner é uma plataforma *web* que ajuda a melhorar a operação e o gerenciamento diário de redes de água potável, considerando onexo água-energia, com base na inteligência artificial e na disponibilização de informações em tempo real. Além da detecção precoce de vazamentos e da previsão de demanda, a ferramenta permite melhorar a eficiência energética por meio de operação inteligente, fazendo por exemplo o ajuste dos cronogramas de bombeamento de acordo com o preço da energia. A cidade de Karlsruhe, na Alemanha, reduziu o consumo de energia e a pegada de carbono, bem como melhorou a operação e o gerenciamento diário da rede e o controle de vazamentos com a utilização dessa plataforma (BOX 14).

#### BOX 14. OTIMIZAÇÃO DAS REDES DE ABASTECIMENTO URBANO EM KARLSRUHE, ALEMANHA

**Jordi J. Pastor, Diretor Regional para a América do Sul, Grupo Inclam, OS-TP-32**

A Stadtwerke Karlsruhe (SWKA) é uma empresa municipal de abastecimento de água da Alemanha que serve uma região com 400.000 habitantes e distribui cerca de 24 hm<sup>3</sup> de água por ano. A água é fornecida por quatro estações de bombeamento principais e distribuída por mais de 900 km de tubulação.

Nesse contexto foi desenvolvida a plataforma WatEner, com o objetivo de melhorar o gerenciamento operacional da rede e reduzir o consumo de energia do sistema de distribuição de água. Em um sistema de suprimento composto de infraestruturas modernas e atualizadas, e gerenciado por equipe técnica altamente qualificada, a WatEner forneceu valor agregado com uma solução global para gerenciamento de rede.

A ferramenta permite:

- 1) *Aumento da economia de água* Detecção de anomalias para identificação de vazamentos na rede global de água, previsão de demanda, e modelo hidráulico;

- 2) *Redução dos custos de energia* Melhoria da eficiência energética por meio de operação inteligente (por exemplo, ajuste dos cronogramas de bombeamento de acordo com os preços da energia);
- 3) *Rentabilidade a curto prazo*  
Período de Retorno do investimento de 3 a 5 anos, com base apenas na economia de energia;
- 4) *Maior acessibilidade*  
Acesso baseado em funções e em vários dispositivos;
- 5) *Visão estratégica do negócio*  
Indicadores e painéis de controle e monitoramento;
- 6) Maximização do aconselhamento especializado interno;
- 7) Plataforma Web; e
- 8) Redução da pegada de carbono.

Os resultados da implementação do WatEner no SWKA mostram uma redução do consumo de energia de 5 a 7%, e uma economia de custos de energia de até 50.000€ por ano.

**Fonte adicional da pesquisa:**

<<http://watener.com/#casestudy>>

O combate à perda de água também é tema que guarda relação com novas tecnologias. A precisão na medição do consumo de água é essencial para medidas de combate à perda de água não faturada (OS-TP-32. NAITO, Koji). No serviço de abastecimento de água, a água usada pelo cliente é medida com o hidrômetro e cobrada de acordo com a medição. Vazamentos, ligações clandestinas e hidrômetros imprecisos dão uma visão distorcida ao operador do sistema quanto à real demanda por água. A mensuração adequada do consumo permite otimizar o uso da água e otimizar os recursos financeiros do sistema.

### 3.2.3 Gestão Integrada da Água nas Cidades

Relatórios da ONU apontam que dois terços da população mundial viverão nas cidades em 2050 (PP-LRA-00. CAMARA, Paulo). Financiamento e tecnologias para a infraestrutura hídrica e para a gestão integrada de recursos hídricos, em busca da segurança hídrica, é temática obrigatória para a gestão urbana.

A gestão da água nas cidades foi um dos grandes destaques no 8º Fórum Mundial da Água. O tema ‘Ambiente Urbano’ mobilizou mais de 30 instituições para a organização de 9 sessões que tiveram a água nas cidades, a economia circular, o tratamento, e o reúso como principais focos. Além disso, a gestão da água nas cidades também foi abordada pelos Processos ‘Regional’ e ‘Político’ (SS-TP-11. BRIKKÉ, Francois).

Os principais quadros de desenvolvimento acordados internacionalmente – como a Agenda 2030, a Nova Agenda Urbana, o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres, e o Acordo de Paris sobre as Mudanças Climáticas – foram considerados como pano de fundo das discussões ocorridas durante a 5ª Conferência Internacional de Autoridades Locais e Regionais sobre a Água, organizada pelo Processo Político, no âmbito do 8º Fórum. O objetivo da conferência foi o de fortalecer a capacidade dos decisores em superar desafios hídricos locais (PP-LRA-00. CAMARA, Paulo). O lançamento do guia “Comece pela Água – Incluindo a água nas agendas de ação local para promover mudanças globais” vem somar com iniciativas como o Consenso de Istambul sobre a Água (“*Istanbul Water Consensus - For Local and Regional Authorities,*” 2009) e a Ação Hídrica de Daegu-Gyeongbuk para Cidades e Regiões Sustentáveis (“*Daegu-Gyeongbuk Water Action for Sustainable Cities and Regions,*” 2015) com vistas a contribuir para a mobilização e a articulação das autoridades locais e regionais em torno da implementação desses quadros internacionais por meio de ações concretas.

O documento resultante da conferência “Chamado para Ação de Governos Locais e Regionais sobre Água e Saneamento de Brasília” (PP-LRA-13. ALMEIDA, Débora) tem o objetivo de colocar o tema ‘água’ no centro da gestão urbana, por meio das seguintes recomendações:

1. Promover práticas sensíveis integradas de água, tendo em conta serviços e direitos humanos básicos e abordagens de gênero, colocando o saneamento e o acesso a água de qualidade no topo da agenda;
2. Avançar legislações que permitam um uso justo, eficiente e sustentável de recursos hídricos, promovam práticas urbanas integradas de água e eficiência energética, fazendo uso de tecnologias quando possível;
3. Fortalecer e aumentar o financiamento descentralizado e mecanismos financeiros inovadores para projetos sobre água e saneamento;
4. Promover resiliência urbana hídrica por meio do planejamento de riscos e adaptação e mitigação às mudanças climáticas e proteção de áreas sensíveis; e
5. Fortalecer as capacidades de governos locais e cidadãos para governança sensível da água.”

Para apoiar as cidades no desenvolvimento de uma gestão sustentável do ciclo urbano da água, a Associação Internacional da Água (IWA) desenvolveu os princípios para ‘cidades conscientes na gestão da água’ (OS-TP-37. REUTER, Stefan) que possuem o objetivo de incentivar a ação colaborativa, apoiada por uma visão compartilhada, para que os governos locais, gestores urbanos e indivíduos se envolvam ativamente na abordagem e na busca de soluções para o gerenciamento de todas as águas da cidade (BOX 15).

## BOX 15. OS PRINCÍPIOS PARA CIDADES CONSCIENTES NA GESTÃO DA ÁGUA DA ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DA ÁGUA (IWA)

**Stefan Reuter, Diretor Geral, Bremen Overseas Research and Development Association (BORDA), Alemanha, OS-TP-37**

Os princípios para cidades conscientes na gestão da água constituem um suporte para o desenvolvimento e implementação de uma gestão sustentável do ciclo urbano da água, para além do acesso equitativo e universal à água potável e ao saneamento. Busca incentivar ações colaborativas, suportadas por uma visão partilhada, para que as autoridades locais, os profissionais urbanos e os demais indivíduos se comprometam ativamente em abordar e procurar soluções para a gestão da água urbana. Se sustentam por 5 pilares: Visão; Governança; Conhecimento e Competências; Ferramentas de Planeamento; e Ferramentas de Implementação. São divididos em quatro níveis de ação, a saber:

### 1 Serviços de Água Regenerativos

- ▶ Recarregar as massas de água e os seus ecossistemas
- ▶ Reduzir a quantidade de água e de energia usadas
- ▶ Reutilizar, Recuperar, Reciclar
- ▶ Usar uma abordagem sistêmica integrada com outros serviços
- ▶ Aumentar a modularidade dos sistemas e garantir múltiplas opções

### 2 Desenho Urbano Sensível à Água

- ▶ Potencializar Serviços de Água Regenerativos
- ▶ Conceber espaços urbanos que reduzam os riscos de inundação
- ▶ Melhorar a qualidade de vida com a água visível
- ▶ Alterar e adaptar materiais urbanos para minimizar os impactos ambientais

### 3 Cidades ligadas às suas bacias hidrográficas

- ▶ Planejar para garantir os recursos hídricos e mitigar as secas
- ▶ Proteger a qualidade dos recursos hídricos
- ▶ Preparar para eventos extremos

### 4 Comunidades Conscientes na Gestão da Água

- ▶ Dar poder aos cidadãos
- ▶ Profissionais conscientes dos benefícios mútuos da água
- ▶ Equipes de planeamento multidisciplinares
- ▶ Responsáveis políticos que potencializem ações conscientes na gestão da água
- ▶ Líderes comprometidos e que inspiram confiança

#### **Mais informações:**

<[https://iwa-network.org/wp-content/uploads/2018/03/IWA\\_Brochure\\_Water\\_Wise\\_Communities\\_PT\\_SCREEN.pdf](https://iwa-network.org/wp-content/uploads/2018/03/IWA_Brochure_Water_Wise_Communities_PT_SCREEN.pdf). Acessado em 26/12/2020>

É importante que os tomadores de decisão considerem o papel dos sistemas hidrológicos naturais e, quando apropriado, integrem a infraestrutura verde e cinza de forma a aumentar o desempenho geral do sistema hídrico e a resiliência climática a custos mais baixos (OS-TP-50. OZMENT, Suzanne).

A Coreia do Sul apresentou suas iniciativas de *design* efetivo e sustentável para cidades conscientes na gestão da água (OS-TP-37. KIM, Lee-Hyung). A escassez hídrica na Coreia levou o país a buscar novas fontes de água e encontrou a solução na readequação das cidades para que fossem sensíveis ao ciclo hidrológico e, assim, usufruissem de serviços ecossistêmicos de apoio, de provisionamento, culturais e reguladores. Adotando princípios de desenvolvimento de baixo impacto, infraestrutura verde e a descentralização de estações de tratamento de água, o ambiente urbano foi alterado de modo a propiciar um melhor aproveitamento da água da chuva e da água tratada, promover a recarga de aquíferos, bem como prevenir impactos negativos relacionados a enchentes, secas e poluição. As cidades líderes em circulação de água na Coreia do Sul são: Gwangju, Daejeon, Gimhae, Ulsan, e Andong.

Na China, para enfrentar os problemas que surgiram por causa da rápida urbanização, o governo concebeu o Programa Cidades Esponjas (OS-TP-40. ZHU, Yongnan). Trata-se de uma estratégia para a gestão integrada da água urbana. O conceito é enraizado nas leis do ciclo natural e social da água e nos seus processos associados. O objetivo é mitigar o encharcamento urbano, controlar a poluição das águas urbanas e utilizar os recursos hídricos pluviais, bem como reverter a degradação ecológica da água urbana. Suas possíveis medidas, incluindo medidas de engenharia (verde e cinza) e não-engenharia, respeitam os princípios da regulação ecológica natural do ciclo hidrológico urbano, a fim de construir interações benígnas entre o sistema socioeconômico e o ciclo urbano da água. Isso potencializa a resiliência das cidades diante de ambientes em mudança e desastres naturais. As principais medidas técnicas são classificadas em seis categorias (infiltrar, deter, armazenar, limpar, usar e drenar) de acordo com suas principais funções. Essas categorias são vistas como o “princípio de seis palavras” da cidade esponjas, que forma a base para as diretrizes do programa.

O reúso, mais uma vez, destaca-se como grande promessa para ajudar a minimizar os impactos que possíveis crises hídricas possam trazer. Ele aparece tanto como solução para problemas de saneamento, quanto como alternativa para resolver problemas crescentes de stress hídrico. Um estudo da *Ethiopian Civil Service University* (OS-TP-40. TAREKEGN, Mekonnen Maschal), sobre reúso e recuperação de recursos na gestão da água urbana, analisou a produção de vegetais por fazendeiros urbanos e a quantidade de água que é desperdiçada nesse

processo frente à quantidade de água que é reciclada nas estações de tratamento na cidade de Addis Ababa, na Etiópia. As conclusões foram que:

- ▶ As águas residuais geradas pela cidade podem ser um recurso para aliviar a insegurança alimentar urbana e equilibrar as funções dos ecossistemas do ambiente urbano;
- ▶ Os problemas gerados no sistema da cidade foram provocados, principalmente, pela falta de políticas e estratégias para o nexo água residual-alimento;
- ▶ A baixa qualidade das águas residuais recicladas causa contaminação nos alimentos cultivados. Assim, é necessário adotar uma boa tecnologia de tratamento de águas residuais para remover os contaminantes;
- ▶ A razão da baixa eficiência no uso da água é a falta de técnicas e de técnicos capacitados para promover e capacitar a agricultura urbana no país, o que torna importante o estabelecimento de acordos de cooperação internacional; e
- ▶ A atitude negativa do consumidor para consumir produtos que utilizam águas recicladas na irrigação é um dos principais desafios a serem enfrentados.

Segundo Lauriat (OS-TP-41. LAURIAT, Alexandra), a reciclagem da água vai além do reúso para agricultura. A reciclagem considera a água conforme o propósito do uso, incluindo os usos industrial, urbano ou recreacional, a recarga subterrânea, e até a recuperação da água para uso potável. Em regiões com alta escassez hídrica, essa solução é essencial para a sustentabilidade social, econômica e ambiental por reduzir o stress sobre os recursos hídricos. A reciclagem da água ainda promove a produtividade em vários setores e conseqüentemente atenua os impactos econômicos e ambientais. Ela reduz a exploração de rios e outras fontes de água ao alocar água em qualidade ótima para suprimento humano, e evita conflitos ao introduzir um ciclo sustentável.

Algumas experiências de reúso já foram mencionadas neste volume, tanto na agricultura como nas empresas, como o caso da Aquapolo Ambiental em São Paulo (OS-TP-41. SILVA, Fernando), os casos da Dinamarca (OS-TP-40. LARSEN, Carl-Emil) e de Windhoek, na Namíbia (OS-TP-41. HONER, Thomas).

O Japão também compartilhou experiências interessantes sobre reúso da água durante o 8º Fórum Mundial da Água. A reutilização de água acontece desde 1978 e quadruplicou nos últimos 40 anos (OS-TP-43. YAMASHITA, Hiromasa). As principais finalidades de reúso estão assim distribuídas: Paisagens - 30%; Aumento do fluxo do rio - 28%; Derretimento de neve - 20%; e Uso industrial planejado - 10%. São empregadas diferentes tecnologias para tratamento da água, a depender da origem e finalidade do reúso. Como exemplo, foram destacadas tec-

nologias de reúso adotadas em Tóquio para: aumentar a vazão do Rio Meguro (68.000 m<sup>3</sup>/dia) com a utilização de um sistema de Filtro UV – que mata as bactérias mais frágeis expondo-as à luz ultravioleta; alimentar descargas dos vasos sanitários, com a utilização de um sistema de filtros biológicos, ozônio e membranas filtrantes, conforme acontece em West-Shinjuku, Nakano Sakaue e região, onde são reciclados 9.300 m<sup>3</sup>/dia; fornecer água para fins recreacionais, com a utilização de filtros de osmose reversa, como acontece no Centro de Tratamento de Água Ochiai, onde são utilizados 16.000 m<sup>3</sup>/ano; e para limpar o trem Yurikamome, onde o ozônio é utilizado para tratar 1.800 m<sup>3</sup> de água reciclada ao ano.

Com foco na segurança da água para reúso, Singapura compartilha sua experiência (OS-TP-41. MENG, Pang Chee). Com área limitada para coletar e armazenar água da chuva, Singapura enfrentou secas, inundações e poluição da água nos primeiros anos de construção da nação. Esses desafios inspiraram o governo a criar estratégias e buscar ideias inovadoras, desenvolver capacidades e garantir um fornecimento sustentável de água. A água captada de rios, córregos, canais e drenos é armazenada em 17 reservatórios. Com dutos que ligam os vários reservatórios, o excesso de água pode ser bombeado de um reservatório para outro, otimizando assim a capacidade de armazenamento. A água coletada é tratada e ainda purificada usando tecnologia avançada conhecida como NEWater. Para viabilizar a implementação do NEWater, foi desenvolvida uma regulamentação apropriada na qual a transparência de todo o processo é obrigatória, com publicações dos relatórios de monitoramento *online*. O sistema de tratamento NEWater assegura água para uso potável indireto e uso não-potável direto. Hoje, Singapura tem um abastecimento robusto e diversificado de água conhecido como “Quatro Torneiras Nacionais”, que compreende: água da bacia local; água importada; água de reúso altamente purificada (NEWater); e água dessalinizada.

### 3.3 Educação e Capacitação para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos

A busca da segurança hídrica requer colaboração interdisciplinar entre setores, comunidades e fronteiras políticas, para que o potencial de competição ou conflito de recursos hídricos, entre setores e usuários, seja gerenciado adequadamente (Zeitoun, 2011). Nesse contexto, a capacitação para a gestão integrada dos recursos hídricos deve ser ampla e voltada para todos os cidadãos. Na linha da abordagem das “Cidades Conscientes na Gestão da Água” (OS-TP-37. REUTER, Stefan), a capacitação para a gestão integrada dos recursos hídricos deve incentivar a ação colaborativa do cidadão, apoiada por uma visão compartilhada da responsabilidade sobre a água.

Em muitas das sessões analisadas do 8º Fórum Mundial da Água, podem ser extraídos exemplos da relação da capacitação com as experiências e inovações apresentadas. Quando se trata da capacitação para a gestão integrada dos recursos hídricos, podem ser identificados quatro grandes públicos-alvo das ações de capacitação:

- ▶ *Cidadãos usuários de água.* Neste grupo estão contempladas desde ações de educação ambiental e conscientização para a população usuária de água, de forma geral, até a formação para a atuação participativa na gestão da água. Destaque para as ações de conscientização da população para o uso racional da água, incluindo a redução de perdas e para a aceitação da utilização de água de reúso ou de alimentos produzidos a partir dessa água. Vale mencionar a ação de capacitação da comunidade, desenvolvida em São Francisco, nos Estados Unidos da América, com a distribuição de *kits*, com vistas à implantação de sistemas de reúso de água para regar os jardins em suas residências (OS-TP-43. KEHOE, Paula). O treinamento da comunidade para a manutenção dos sistemas locais de abastecimento ou saneamento também foi abordado em mais de uma sessão.
- ▶ *Trabalhadores do setor de água.* A constante capacitação dos trabalhadores dos sistemas de água, associada à atualização tecnológica, permite que a água seja disponibilizada com melhor qualidade e com custo de manutenção mais baixo. Foi destacada a importância do treinamento prático e a necessidade de reciclagem desses trabalhadores (OS-TP-77. TARDIEU, Eric).
- ▶ *Gestores e pesquisadores de água.* Gestores e pesquisadores do setor de água devem estar permanentemente atualizados quanto às melhores práticas e tecnologias para a gestão dos recursos hídricos. Foi ressaltada a necessidade de compartilhar com esses profissionais a visão do uso da água conforme ela é percebida por outros setores, incluindo a compreensão dos desafios que a água representa (OS-TP-77. SALLES, Paulo). A compreensão da linguagem técnica específica e das preocupações dos outros setores é essencial para uma visão sistêmica e abrangente da gestão hídrica. Também é essencial incentivar a troca de experiências entre os gestores de diferentes países ou esferas de atuação (OS-TP-77. ZIGANSHINA, Dinara R.).
- ▶ *Gestores e trabalhadores de outros setores.* Numa visão de gestão integrada dos recursos hídricos, a capacitação dos setores que utilizam água como insumo (energia, agricultura, indústria) e que descartam água nos corpos naturais também é imprescindível.



## 4. Conclusões e recomendações

Das diversas sessões analisadas do 8º Fórum Mundial da Água, uma série de recomendações foram extraídas e posteriormente sistematizadas. Abaixo estão as principais recomendações relativas ao tema “Água e Desenvolvimento”, obtidas a partir dessa análise.

### 4.1 Água como Insumo ao Desenvolvimento Econômico e o Nexo Água-Energia-Alimento

- ▶ Como principal usuário de água, a agricultura deve aumentar sua participação nas discussões sobre a gestão dos recursos hídricos;
- ▶ Solo, energia e água não podem ser geridos ou utilizados de forma independente;
- ▶ A alocação de água deve ser mais igualitária e inclusiva, a fim de incentivar o desenvolvimento social e econômico;
- ▶ Deve-se utilizar uma abordagem urbana e rural integrada para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos, considerando inclusive a integração entre água superficial e subterrânea;
- ▶ Deve-se assegurar que políticas e investimentos em infraestrutura hídrica levem em consideração alocações sustentáveis e os diversos objetivos de utilização da água;
- ▶ Os serviços ecológicos devem estar integrados de forma explícita com as políticas e o planejamento, e devem incluir a consulta genuína à comunidade, os incentivos para mitigar potenciais impactos socioeconômicos e o apoio ao envolvimento comunitário.

## 4.2 Financiamento, Tecnologias, Infraestrutura, e Gestão Integrada para a Segurança Hídrica

- ▶ As cidades são os principais atores na implementação das metas acordadas no mundo e no uso de abordagens integradas, por meio do envolvimento de todos os interessados;
- ▶ Deve-se implementar a economia circular, a qual engloba o reúso da água e a recuperação de recursos. Isso pode gerar vários benefícios (ambientais, sociais e econômicos) e ajudar para que os ODS sejam alcançados;
- ▶ Deve-se integrar princípios da ‘consciência na gestão da água’ no planejamento urbano, promover troca de experiências para o aprendizado mútuo, e encorajar as oportunidades de diálogo e compartilhamento entre as diversas partes interessadas;
- ▶ Tomadores de decisão devem considerar a possibilidade de integração de soluções baseadas na natureza (SbN) na gestão da água e no planejamento da infraestrutura de forma a acrescentá-las ou serem paralelas à infraestrutura artificial (cinza);
- ▶ São necessários avanços nas capacidades de monitoramento, na análise de decisões, e em políticas e tecnologias inovadoras para assegurar uma boa qualidade da água;
- ▶ Deve-se considerar pagamentos por serviços ambientais (PSA) ou outras formas de incentivo para promover soluções baseadas na natureza (SbN), bem como ferramentas financeiras e regulatórias para prestar serviços inclusivos (em zonas rurais e periurbanas), além de atrair novos atores, inclusive o setor privado;
- ▶ Existe grande sinergia entre os ODS relacionados à água e as metas de adaptação às mudanças climáticas. Para alcançá-los, é primordial investir na governança da água (integridade, transparência, responsabilização) e favorecer o meio ambiente em vários níveis (nacional e subnacional). Esses são os principais fatores para incentivar outras ferramentas financeiras, incluindo o financiamento doméstico e o climático;
- ▶ Regulamentações claras são pré-requisito para investimentos públicos e privados em segurança hídrica, os quais podem ser implementados de forma eficaz por meio da cooperação público-público e público-privado. Infraestruturas com várias finalidades – incluindo soluções para armazenamento de água – podem contribuir para os ODS e para as metas de adaptação, e devem ser projetadas para maximizar seus benefícios sociais e ambientais;

- ▶ Faz-se necessário o apoio financeiro às instituições responsáveis pela governança da água e por sua implementação, como estratégia fundamental para concretização das diversas ações necessárias para a segurança hídrica.

### **4.3 Educação e Capacitação para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (tema transversal)**

- ▶ Educação e treinamento sobre a água não são despesas, mas investimentos. A educação, em todos os níveis, é realmente a chave para a mudança. As parcerias internacionais para suprir as lacunas de capacitação devem ser de longo prazo e desenvolver projetos de colaboração contínua;
- ▶ É necessário traduzir a interface Ciência & Tecnologia / Política. As políticas relacionadas à água precisam considerar esse recurso como um elemento transversal em toda a Agenda 2030;
- ▶ O setor de água deve acolher os novos desenvolvimentos em TI e em monitoramento. É preciso entender a tecnologia como instrumento facilitador, eficaz e capaz de se adaptar às necessidades de treinamento. Identificar e implementar as TCIs ou a tecnologia de sensores pode fazer a diferença;
- ▶ A responsabilização e a integridade são essenciais para melhorar o setor de água. Isso requer um aumento significativo dos investimentos na capacitação dos órgãos públicos, gestores, operadores e organizações da sociedade civil;
- ▶ A cooperação internacional e a capacitação são os principais meios para abordar a relação entre água e clima e compartilhar o conhecimento sobre tecnologias inovadoras;
- ▶ A legislação e os regulamentos modernos são essenciais para permitir que os profissionais façam um trabalho eficaz e responsivo;
- ▶ É essencial a capacitação em diferentes níveis para a adaptação a novas situações e reflexões, desde o governo até as comunidades tradicionais.



## 5. Referências bibliográficas

- ANA, 2017. Conjuntura Dos Recursos Do Brasil. Agência Nacional de Águas, Brasília-DF, Brasil.
- ANA, 2016. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Informe 2016, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR). Agência Nacional de Águas (ANA), Brasília-DF, Brasil.
- ANA, 2015. Encarte Especial sobre a Crise Hídrica. Conjunt. dos Recur. Hídricos do Bras. Inf. 2014. 30.
- ANA, 2007. GEO Brasil: Recursos Hídricos - Componente da Série de Relatórios sobre o Estado e Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil. Agência Nac. Águas 264.
- Babel, M.S., Shinde, V.R., Sharma, D., Dang, N.M., 2020. Measuring water security: A vital step for climate change adaptation. Environ. Res. 185, 109400. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109400>
- Bigas, H., United Nations University. Institute for Water, E. and H., Canadian Electronic Library, 2013. Water security and the global water agenda : a UN-water analytical brief. United Nations University - Institute for Water, Environment and Health.
- Boccaletti, G., White, G., 2016. COP21 Offers an Opportunity to Integrate Water, Climate and Human Development. [WWW Document]. Huffingt. Post. URL [https://www.huffpost.com/entry/cop21-offers-an-oppportuni\\_b\\_8677336](https://www.huffpost.com/entry/cop21-offers-an-oppportuni_b_8677336) (acessado em 1.24.22).
- Cabrera, P., Carta, J.A., González, J., Melián, G., 2017. Artificial neural networks applied to manage the variable operation of a simple seawater reverse osmosis plant. Desalination 416, 140–156. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2017.04.032>
- Castro, K.B. de, 2018. Segurança hídrica urbana: Morfologia urbana e indicadores de serviços ecossistêmicos, estudo de caso do Distrito Federal, Brasil. Univ. Brasília 207. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53685-3.00023-4>
- Chiluwe, Q.W., Claassen, M., 2020. Systems perspectives on water security: An applied review and conceptual framework. Environ. Policy Gov. eet.1889. <https://doi.org/10.1002/eet.1889>
- Daegu-Gyeongbuk Water Action for Sustainable Cities and Regions, 2015., in: 4th Internacional Conference of Local and Regional Authorities Towards a Roadmap for Implementation. pp. 1–4.

- Encerramento do Processo Temático do 8º Fórum Mundial da Água, C., 2018. Cerimônia de Encerramento do Processo Temático do 8º Fórum Mundial da Água: Principais Mensagens.
- Endo, A., Tsurita, I., Burnett, K., Orenco, P.M., 2017. A review of the current state of research on the water, energy, and food nexus. *J. Hydrol. Reg. Stud.* 11, 20–30. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2015.11.010>
- Fonseca, C., Lesley P., n.d. Financing WASH: How to increase funds for the sector while reducing inequities.
- Giddings, B., Hopwood, B., O'Brien, G., 2002. Environment, Economy, and Society: Fitting them together into sustainable development. *Sustain. Dev.* 10, 187–196. <https://doi.org/10.1002/sd.199>
- Gourbesville, P., 2011. ICT for Water Efficiency, in: Environmental Monitoring. <https://doi.org/10.5772/27607>
- Governo do Distrito Federal, 2017. Plano Integrado de Enfrentamento à Crise Hídrica. Sema 1, 1–67.
- Granit, J., Liss Lymer, B., Olsen, S., Tengberg, A., Nömmann, S., Clausen, T.J., 2017. A conceptual framework for governing and managing key flows in a source-to-sea continuum: A STAP Advisory Document. Global Environment Facility, 110.
- Grey, D., Sadoff, C.W., 2007. Sink or Swim? Water security for growth and development. *Water Policy* 9, 545–571. <https://doi.org/10.2166/wp.2007.021>
- Grzebyk, M., Stec, M., 2015. Sustainable Development in EU Countries: Concept and Rating of Levels of Development. *Sustain. Dev.* 23, 110–123. <https://doi.org/10.1002/sd.1577>
- GWP, Global Water Partnership, 2017a. Legal Framework (A2) - GWP [WWW Document]. URL <https://www.gwp.org/en/learn/iwrm-toolBOX/The-Enabling-Environment/Legal-Framework/> (accessed 10.16.20).
- GWP, 2017b. Investment and Financing Structures (A3) - GWP [WWW Document]. Glob. Water Partnersh. URL <https://www.gwp.org/en/learn/iwrm-toolBOX/The-Enabling-Environment/Investment-and-Financing-Structures/> (accessed 1.24.22)
- GWP, 2000. Integrated Water Resources Management. TAC Background Papers No. 4. Stockholm, Sweden.
- Hoff, H., 2011. Understanding the Nexus. Background paper for the Bonn2011 Nexus Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus. Stock. *Environ. Inst.* 1–52.
- Ihlen, Ø., Roper, J., 2014. Corporate reports on sustainability and sustainable development: “We have arrived.” *Sustain. Dev.* 22, 42–51. <https://doi.org/10.1002/sd.524>
- Istanbul Water Consensus - For Local and Regional Authorities, 2009., in: Instambul 2009 5th World Water Forum.
- Lima, J.E.F.W., Freitas, G.K., Pinto, M.A.T., Salles, P. (ed.) 2018. Gestão da crise hídrica 2016-2018: experiências do Distrito Federal / - Brasília, DF: Adasa: Caesb: Seagri: Emater. 328 p. Disponível em: <https://www.adasa.df.gov.br/images/banners/alta.pdf>.

- Lima, J.E.F.W., Ramos, A.E. (ed.) 2018. A experiência do Projeto Produtor de Água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pípiripau. Brasília, DF: Adasa, Ana, Emater, WWF-Brasil. 304 p. Disponível em: <http://www.produtordeaguapipiripau.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/livro.pdf>.
- Lopes, A.E., Rocha, A.C.T., Lima, A.O., Antunes, D.A., Ferrão, E.M.G., Júnior, A.F. de O., 2017. Do ecodesenvolvimento ao desenvolvimento sustentável: a trajetória de conflitos e desafios para o meio ambiente. *ForScience*, 5.
- Martins, K., Oliveira, K.R. de, 2019. Águas no Distrito Federal: uma morte anunciada. *Rev. Direito e Sustentabilidade* 5, 78–94. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26668/IndexLawJournals/2525-9687/2019.v5i2.5869>
- Meadowcroft, J., 2007. National sustainable development strategies: Features, challenges and reflexivity. *Eur. Environ.* 17, 152–163. <https://doi.org/10.1002/eet.450>
- Melo, M.C. de, Johnsson, R.M.F., 2017. O conceito emergente de segurança hídrica. *Sustentare* 1. <https://doi.org/10.5892/st.v1i1.4325>
- Michels Brito, A., 2018. O desempenho da UHE Belo Monte em um cenário de mudanças climáticas de longo prazo. Universidade de Brasília (UnB).
- Miletto, M., Caretta, M.A., Burchi, F.M., Zanlucchi, G., 2017. Migration and its interdependencies with water scarcity, gender and youth employment.
- Money, A., 2018a. Ten Actions for Financing Water Infrastructure - World Water Council Report. World Water Council.
- Money, A., 2018b. Hybridity and blended finance. World Water Council (WWC).
- O’Callaghan, P., Adapa, L.M., Buisman, C., 2020. How can innovation theories be applied to water technology innovation? *J. Clean. Prod.* <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122910>
- OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development), 2010. Innovative Financing Mechanisms for the Water Sector, OECD: Paris, 142.
- OECD, 2016. Water, Growth and Finance: Policy Perspectives, 36.
- ONU Brasil, 2017. Meio Ambiente | ONU Brasil [WWW Document]. Meio Ambient. | ONU Bras. URL <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/> (accessed 1.4.18).
- Osterwalder, K., 2011. Migration and desertification. UNCCD Themat. fact sheet Ser. 2.
- Pahl-Wostl, C., Jeffrey, P., Isendahl, N., Brugnach, M., 2011. Maturing the New Water Management Paradigm: Progressing from Aspiration to Practice. *Water Resour. Manag.* 25, 837–856. <https://doi.org/10.1007/s11269-010-9729-2>
- Payen, G., 2006. Enhancing access to finance for local governments / Operators.
- Pudlo, P., 2014. “Managing the Structure of Quality Costs in Context of Achieve “Dual Emphasis. *J. Appl. Econ. Sci.* IX, 186–191. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.109>
- Qadir, M., 2018. Policy Note: Addressing Trade-offs to Promote Safely Managed Wastewater in Developing Countries. *Water Econ. Policy.* <https://doi.org/10.1142/S2382624X18710029>
- Rees, J.A., Winpenny, J., Hall, A.W., 2008. Water financing and governance, TEC Background Papers.

- Ringler, C., Bhaduri, A., Lawford, R., 2013. The nexus across water, energy, land and food (WELF): potential for improved resource use efficiency? *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 5, 617–624. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.11.002>
- Sadoff, C.W., Hall, J.W., Grey, D., Aerts, J.C.J.H., Ait-Kadi, M., Brown, C., Cox, A., Dadson, S., Garrick, D., Kelman, J., McCornick, P., Ringler, C., Rosegrant, M., Whittington, D., Wiberg, D., 2015. *Securing Water, Sustaining Growth: Report of the GWP/OECD Task Force on Water Security and Sustainable Growth*. University of Oxford, UK.
- See, L., 2019. A review of citizen science and crowdsourcing in applications of pluvial flooding. *Front. Earth Sci.* <https://doi.org/10.3389/feart.2019.00044>
- Silva, J.C.T. da, 2003. Tecnologia: novas abordagens, conceitos, dimensões e gestão. *Production* 13, 50–63. <https://doi.org/10.1590/s0103-65132003000100005>
- Skoulikaris, C., Filali-Meknassi, Y., Aureli, A., Amani, A., Jiménez-Cisneros, B.E., 2018. Information-Communication Technologies as an Integrated Water Resources Management (IWRM) Tool for Sustainable Development, in: *Achievements and Challenges of Integrated River Basin Management*. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.74700>
- Taylor, B., 2014. Who Wants to Give Forever? Giving Meaning to Sustainability in Development. *J. Int. Dev.* 26, 1181–1196. <https://doi.org/10.1002/jid.3033>
- Ulrich, A., Reuter, S., Gutterer, B., Sasse, L., Panzerbieter, T., Reckerzügel, T., 2009. *Bremen Overseas Research and Development Association (BORDA) - Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries: A Practical Guide, BORDA - DEWATS and Sanitation in Developing Countries, Water, Engineering and Development Centre (WEDC)*.
- UNCED, 1992. *Earth Summit'92. The UN Conference on Environment and Development*. Reproduction Rio de Jan, 351. <https://doi.org/10.1007/s11671-008-9208-3>
- UNDESA/DSDG, U.N.D. of E. and S.A.-D. for S.D.G., n.d. *IWRM/Nexus: Sustainable Development Knowledge Platform [WWW Document]*. URL <https://sustainabledevelopment.un.org/topics/water/unsgab/iwrmnexus> (accessed 10.31.19).
- UNESCO, UNESCO i-WSSM, 2019. *Water Security and the Sustainable Development Goals (Series I), Global Water Security Issues (GWSI) Series*. UNESCO Publishing, Paris.
- UNESCO, UN-Water, 2020a. *United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change - Facts and Figures*. UNESCO, Paris.
- UNESCO, UN-Water, 2020b. *United Nations World Water Development Report 2020 : Water and Climate Change*. UNESCO, Paris.
- UNU-INWEH., 2013. *Water Security & the Global Water Agenda. The UN-Water analytical brief, Journal of Chemical Information and Modeling*. United Nations University - Institute for Water, Environment and Health.
- UNU, UNOSD, 2013. *Catalyzing water for sustainable development and growth. Water for Sustainability: Framing Water within the Post-2015 Development Agenda*.
- van Hofwegen, P., 2006. *Enhancing access to finance for local governments: financing water for agriculture*, Chaired by Angel GURRIA. World Water Council.

WCED, 1987. Our Common Future.

WHO, 2016. UN-Water GLAAS TrackFin Initiative - tracking financing to sanitation, hygiene and drinking-water at national level. World Health Organization (WHO).

Winpenny, J., 2003. Financing Water For All, Report of the World Panel on Financing Water Infrastructure. Chaired by Michel Camdessus.

WWAP (UNESCO, World Water Assessment Programme), 2016. Scientific and Technological Innovation, in: The United Nations World Water Development Report 2016: Water and Jobs. p. 164.

WWAP, 2019. The United Nations World Water Development Report 2019: Leaving no one behind., UNESCO. Paris. <https://doi.org/10.37703/0033-2909.126.1.78>

WWC (World Water Council), OECD, 2015. Water : fit to finance? : catalyzing national growth through investment in water security. Report of the high level panel on financing infrastructure for a water-secure world. Marseille, France.

Zamignan, G., 2018. Gestão Integrada de Recursos Hídricos: Desenvolvendo Capacidades para a Construção de Visão Sistêmica sobre Gestão das Águas. CDS/UNB, Brasília-DF, Brasil.

Zeitoun, M., 2011. The Global Web of National Water Security. Glob. Policy 2, 286–296.

<https://doi.org/10.1111/j.1758-5899.2011.00097.x>



# 6. Anexo 1

## Sessões e palestras consideradas na análise do tema *Água e Desenvolvimento*

A matriz analítica completa dessas sessões está disponível em:

<<https://www.adasa.df.gov.br/publicacoes-da-adasa>>

### ESCALA LOCAL

SESSÃO	TEMA DA APRESENTAÇÃO	PALESTRANTE	INSTITUIÇÃO
OS-TP-37	Os Princípios da IWA para Cidades com Consciência Hídrica	Stefan Reuter	BORDA ( <i>Bremen Overseas Research and Development Association</i> )
OS-TP-37	Água Urbana para o Desenvolvimento Sustentável	Debarati Chakraborty	Centro para o Ambiente Construído
OS-TP-37	Transição das Megacidades para a Economia Circular: Novas Sinergias Através da Aliança das Megacidades	Alexandra Lauriat	SIAAP - Autoridade Sanitária da Grande Paris
OS-TP-37	Casos de contrato de performance no Brasil	Flávio Lemos	SUEZ
OS-TP-37	Design Eficaz e Sustentável para Cidades com Consciência Hídrica: Estudos de Caso da Coreia	Lee-Hyung Kim	Universidade Nacional de Kongju
OS-TP-37	Delegação de "STBVs": Um modelo de PPP de sucesso - Estação de Tratamento de Lodo Fecal	Mouhamadou Gueye	Diretor do Programa de Gestão de Lodo de Dacar
OS-TP-40	Água na economia circular - Do consumidor ao produtor	Carl-Emil Larsen	DANVA
OS-TP-41	Segurança do reúso de águas em Cingapura	Pang Chee Meng	Diretor de Desenvolvimento Industrial da PUB (Agência Nacional de Águas de Singapura)
OS-TP-41	Águas Recicláveis - Aquapolo	Fernando Gomes da Silva	Diretor da Aquapolo Ambiental
OS-TP-41	50 Anos de Reúso Potável Direto em Windhoek	Thomas Honer	Gerente Geral da WinGoc
OS-TP-43	Reciclagem de água para fins não potáveis e potáveis em múltiplas escalas	Paula Kehoe	Diretora do Recursos Hídricos na cidade de São Francisco
OS-TP-25	Fornecimento de energia para as comunidades abandonadas do Togo: o caso de Yíkpa	Aluora, Annette Luttah	<i>Jeunes Volontaires pour l'Environnement</i>
HLP-04	Gestão hídrica no Estado de São Paulo	Geraldo Alckmin	Governador do Estado de São Paulo
HLP-04	Crise Hídrica em Brasília	Rodrigo Rollemberg	Governador do Distrito Federal

## ESCALA LOCAL

SESSÃO	TEMA DA APRESENTAÇÃO	PALESTRANTE	INSTITUIÇÃO
OS-TP-77	A formação é um investimento - Capacitação para uma melhor gestão da água	Claude Toutant	<i>International Office for Water - IOWater e National Water Training Center - NWTC</i>
OS-RP-10	Uso eficiente da água e a conversão de sistemas de irrigação em projetos de irrigação da Codevasf	Rodrigo Ribeiro Franco Vieira	Codevasf
OS-RP-10	Eficiência Energética e Operacional no Distrito de Irrigação Nilo Coelho	Humberto Arrunátegui	Gerente de Operação e Manutenção, Distrito de Irrigação Nilo Coelho
OS-RP-10	Uso Racional da Água na Cultura do Arroz	João Izidoro Viégas	Consultor Técnico da AUD
OS-TP-61	A Rota das Águas - Cordilheira Apolobamba	Filme	Universidade Andina Nestor Caceres Velasquez
OS-TP-62	Otimizando os recursos financeiros existentes para melhorar a Sustentabilidade dos Serviços de Água	Jean-Luc Alexandre	Diretor de operações de infraestrutura de tratamento, SUEZ
OS-TP-40	Práticas Integradas de Agricultura Urbana para recuperação de recursos a partir da Gestão de Águas Residuais - Caso: Adis Abeba, Etiópia	Tarekegn, Mekonnen Maschal	<i>Ethiopian Civil Service University</i>
OS-TP-32	Otimização em redes de abastecimento urbano	Jordi J. Pastor	Diretor Regional da América do Sul – Grupo Inclam
OS-TP-59	Ampliando o acesso a recursos financeiros para áreas de baixa renda, ao redor de cidades.	Richard Thorsten	water.org
OS-RP-62	Infraestrutura para a Garantia de Segurança Hídrica: Cenários, Desafios e Perspectivas	Cássio Ramos Peixoto	Secretário de Infraestrutura Hídrica e Saneamento – Bahia

## ESCALA NACIONAL

SESSÃO	TEMA DA APRESENTAÇÃO	PALESTRANTE	INSTITUIÇÃO
OS-TP-37	Projeto de fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Riscos em Desastres Naturais	Filme / Celso Oliveira	Ministério das Cidades
OS-TP-37	Financiamento de água para cidades sustentáveis	Hannah Leckie	A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)
OS-TP-62	Financiamento de Investimentos e Sustentabilidade dos Serviços de Água em Portugal: o papel da Águas de Portugal e conquistas.	Alexandra Serra	Membro do Conselho Executivo da Águas de Portugal Internacional SA e Presidente da Parceria Portuguesa para a Water Partnership
OS-TP-40	Águas Pluviais Urbanas e Cidades-Esponjas na China	Yongnan Zhu	<i>China Institute of Water Resources and Hydropower Research (IWHR)</i>
OS-TP-41	Reúso de água na Espanha – Regulação e experiência	Concepción Marcuello	Vice-Diretora de Planejamento e Uso Sustentável da Água - Ministério da Agricultura, Pesca, Alimentação e Meio Ambiente
OS-TP-41	Reúso de águas residuais na Bolívia: Políticas e projetos-piloto	Martin Lemenager	AFD - Agência Francesa de Desenvolvimento
OS-TP-43	Reúso da água no Japão	Hiromasa Yamashita	<i>National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM)</i>
OS-TP-43	Proposta de política de reúso de efluente sanitário tratado no Brasil – aspectos sobre tecnologia	Ernani Ciriaco de Miranda	Ministério das Cidades
SS-TP-10	Resumo "Uso eficiente da água de superfície e subterrânea – ambientes urbanos e rurais"	Maria Eugênia	Itaipu Binacional
SS-TP-10	Resumo "Crescimento inclusivo e sustentável, gestão responsável da água e a indústria"	Marlos de Souza	Organização para Alimentação e Agricultura - FAO
HLP-04	Crises Hídricas no Brasil	Ministro Helder Barbalho	Ministro de Estado da Integração Nacional
OS-RP-10	Agricultura irrigada no Brasil	Demetrios Christofidis	Ministério do Meio Ambiente
OS-RP-32	Água para segurança alimentar e desenvolvimento rural nas Américas - questões e oportunidades atuais e Ações e Experiências no Brasil.	Gertjan Beekman	Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura - IICA
OS-RP-32	Gerenciando para o futuro: compartilhando experiências para trabalhar coletivamente em prol da resiliência às mudanças climáticas	Erin Raser	Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura - IICA
OS-RP-32	Programa Água Doce: Capacitação das comunidades rurais do nordeste brasileiro para o acesso à água potável dessalinizada	Renato Saraiva Ferreira	Ministério do Meio Ambiente

## ESCALA NACIONAL

SESSÃO	TEMA DA APRESENTAÇÃO	PALESTRANTE	INSTITUIÇÃO
OS-RP-32	Administração de água corporativa: reduzindo impactos na água e gerenciando riscos - Colômbia, Peru e Chile	Diana Rojas Orjuela	Global Programme Water e Agência Suíça para o Desenvolvimento e a Cooperação - SDC
OS-TP-31	Gestão e Governança Integrada de Águas Superficiais e Subterrâneas	Oscar Escolero	Instituto de geologia da Universidade Nacional Autônoma do México
OS-TP-60	Minha história no <i>Swiss Bluetec Bridge</i>	Violette Ruppanner	<i>Swiss Bluetec Bridge</i>
OS-TP-60	Visão de mecanismos baseados em mercado e políticas nos Estados Unidos e o papel do governo federal na gestão dos riscos econômicos e biofísicos.	Christopher Hartley	Departamento de Agricultura dos EUA
OS-RP-08	Uma abordagem (muito preliminar) para o Nexo Água-Alimento-Energia nas regiões do árido e semiárido da Espanha	Manuel Menendez	Ministério do Meio Ambiente da Espanha
OS-RP-08	Projeto da bacia de Columbia e o Projeto Nexo Água-Alimento-Energia de Yakima no estado de Washington, EUA	Wendy Cristensen -	<i>Yakima River Basin Water Enhancement Project Manager e U.S. Department of the Interior</i>
OS-RP-08	Projeto de Transferência de Água do Rio São Francisco e Energia: Desafios e Oportunidades	Claudir Afonso Costa	Ministério da Integração Regional do Brasil
OS-RP-08	Uma visão de futuro para reservatórios multiuso: a importância dos usuários e da regulação	Igor Ribeiro -	Ministério das Minas e Energia do Brasil
OS-TP-61	Financiando a Governança da Água	Céline Gilquin	Agência Francesa de Desenvolvimento - AFD
OS-TP-30	Concentrando-se na Experiência Coreana no Sistema de Alocação de Água: Progresso e Desafios	Ju Hee Jeung	<i>K-water</i>
OS-TP-30	Estudo de caso comparativo de múltiplas experiências internacionais com mercados de água	Layla Lambiasi	Fundação Getulio Vargas (FGV)
OS-TP-30	Gestão da Demanda em Alocações de Água e Disponibilidade de Água - Perspectiva Australiana	Stefanie Schulte	<i>New South Wales Irrigation's Concil - NSWIC</i>
OS-TP-32	Pequenos Negócios na Economia Brasileira - SEBRAE	Suênia Souza	Gerente do Centro de Sustentabilidade do Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresa - SEBRAE
OS-TP-32	Itaipu e o desenvolvimento territorial	Newton Kaminski	Diretor de Coordenação Itaipu Binacional
OS-TP-59	Marco regulatório para redução do risco.	Percy Soares Neto,	Confederação Nacional da Indústria do Brasil

## ESCALA NACIONAL

SESSÃO	TEMA DA APRESENTAÇÃO	PALESTRANTE	INSTITUIÇÃO
OS-TP-59	Cada gosta d'água tem que encontrar o seu caminho até os consumidores.	Filme	Programa GOAL WASH do UNDP
OS-TP-50	Por que investir em infraestrutura natural: projetando uma abordagem do século 21 para a segurança humana da água	Charles J. Vörösmarty	<i>Water Future, Brisbane</i>
OS-TP-50	A experiência da política do Comitê da Bacia do PCJ no contexto da priorização de programas e ações para investimentos.	João José Assumpção de Abreu Demarchi	Comitês PCJ
OS-TP-50	Benefícios Socioeconômicos da Infraestrutura Natural – Pântano Artificial Ansan	Munhyun RYU	<i>K-water Convergence Institute</i>
OS-TP-53	Programa Produtor de Água	Devanir Garcia dos Santos	Coordenador de Implementação de Projetos Indutores
OS-TP-53	Agricultura para serviços ecossistêmicos: os produtores podem salvar rios e ainda lucrar?	Jorge Werneck Lima	Embrapa / ADASA
OS-RP-13	Gestão de crise: estratégias para bacias hidrográficas na Malásia	Abdullah Isnin	
OS-RP-13	Crise hídrica no Sudeste do Brasil – eventos recentes	Joaquim Gondim	Agência Nacional de Águas – ANA
OS-RP-09	Crise hídrica no Sudeste do Brasil – eventos recentes	Joaquim Gondim	Agência Nacional de Águas – ANA
OS-RP-09	Água e energia em situações de crise: experiência no Brasil E França “Gestão da escassez de água na bacia dos rios Durance e Verdon (Provence, França) e compartilhamento de experiências com o Brasil”	Nicolas Bourlon	Chefe de projetos para a América Latina – Office International de l'Eau (Escritório Internacional da Água)
OS-TP-09	Concessionárias de água - caminhando para a neutralidade de carbono: planejando localmente, impactando globalmente	Astrid Michels	GIZ
OS-RP-62	O Semiárido Brasileiro	Angelo José de Negreiros Guerra	Diretor-Geral do DNOCS
OS-RP-62	Plano Nacional de Segurança Hídrica – infraestrutura hídrica estratégica para o Brasil	Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares	Agência Nacional de Águas – ANA
OS-RP-62	Infraestrutura para garantia de segurança hídrica - Cenários, desafios e perspectivas	Liana Ardiles López	Ministério da Agricultura, Pesca, Alimentação e Meio Ambiente (MAPAMA)

## ESCALA GLOBAL

SESSÃO	TEMA DA APRESENTAÇÃO	PALESTRANTE	INSTITUIÇÃO
OS-TP-40	Abordagem de Economia Circular para Tratamento de Água e Engajamento de Stakeholders	Carolina Zoccoli	Especialista Ambiental, Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
OS-TP-40	Água na economia circular - Do consumidor ao produtor	Carl-Emil Larsen	DANVA
OS-TP-40	Abordagem de Economia Circular para Tratamento de Água e Engajamento de Stakeholders	Juan Francisco Ciriza Santero	
OS-TP-41	Reúso de água: "Fazendo Cada Gota Contar"	Miguel Angel SANZ	<i>President of IDA and Director of Strategic Development of SUEZ</i>
OS-TP-43	Reúso de água no Japão	Hiromasa Yamashita	<i>National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM)</i>
SS-TP-10	Resumo "Água e Energia"	Michael E. Campana	Associação Americana de Recursos Hídricos
SS-TP-10	Resumo "Infraestrutura para gestão sustentável de recursos hídricos e prestação de serviços"	Cristine Smith and Elisa Marques	<i>United States Department for Interior e Departamento Municipal de Habitação de Porto Alegre</i>
SS-TP-10	Resumo "Água e Alimentos"	Christopher Neale	Universidade de Nebraska
OS-TP-25	<i>Thirsty Energy</i> - Uma Iniciativa do Banco Mundial - "Otimizando a cadeia de valor de produção de água-energia"	Diego Rodriguez	Banco Mundial
OS-TP-77	Educação e treinamento sobre água não são custos, mas investimentos	Eric Tardieu / General Secretary	<i>International Network of Water Training Centers</i>
OS-TP-77	Educação e treinamento sobre água não são custos, mas investimentos	Carlos Hiroo Saito	Universidade de Brasília
OS-TP-77	Educação e treinamento sobre água não são custos, mas investimentos	Susanne Reitsma	<i>Global Youth Hub for Water</i>
OS-TP-77	Educação e treinamento sobre água não são custos, mas investimentos	Jean Antoine Faby	<i>Director of the Water for All Chair at ParisTech</i>
OS-TP-77	Educação e treinamento sobre água não são custos, mas investimentos	Pierre Victoria	<i>Senior Vice-President for Sustainable Development at Veolia</i>
OS-TP-77	Educação e treinamento sobre água não são custos, mas investimentos	Paulo Salles	Presidente da ADASA
PP-NG-07	Mesa redonda ministerial de alto nível: Financiamento	Oswald Chanda, Ramón Jiménez e Pio Wennubst	Banco Africano de Desenvolvimento, Ministro da Infraestrutura Pública (Paraguai), Secretário de Estado dos Negócios Estrangeiros (Suíça)
SS-SFG-02	Dia da Água nos Negócios	Percy Soares Neto	Confederação Nacional da Indústria – CNI

## ESCALA GLOBAL

SESSÃO	TEMA DA APRESENTAÇÃO	PALESTRANTE	INSTITUIÇÃO
OS-TP-60	Mecanismos sustentáveis baseados no mercado e economia e financiamento nacional-regional: Por que o microcrédito para água e saneamento é uma boa aposta	Lesley Pories	Analista Senior
OS-TP-45	Um sistema não serve para todos! Navegando no Custo da Gestão da Água Urbana	Fabio Pereira de CARVALHO	<i>Dow Chemical</i>
OS-TP-61	GOVERNANÇA DA ÁGUA: É possível financiá-la de fato?	Corinne CATHALA	Banco Interamericano de Desenvolvimento
OS-TP-61	Engajamento da sociedade civil e responsabilidade financeira: lições do sul da Ásia	Snehalatha MEKALA	<i>Freshwater Action Network South Asia (FANSA)</i>
OS-TP-62	Rumo à Costa Verde: Caso da Eslovênia	Filme	<i>EUSAIR: EU Strategy for the Adriatic and Ionian Region</i>
OS-TP-32	Uso eficiente da água como indutor de desenvolvimento	Koji Naito	<i>Expert of JICA - Japan International Cooperation Agency</i>
OS-TP-32	Monitoramento da Produtividade da Terra e da Água na Agricultura por Sensoriamento Remoto	Jippe Hoogeveen	Organização para Alimentação e Agricultura - FAO
OS-TP-50	Financiando Soluções Naturais e de Engenharia para a Água: A crescente oportunidade de investimento	Suzanne Ozment	<i>World Resources Institute - WRI</i>
OS-TP-50	Soluções baseadas na natureza para gestão de águas residuais	Suzanne Ozment	<i>World Resources Institute - WRI</i>
OS-TP-53	Agricultura e Serviços Ecosistêmicos: Os produtores podem salvar rios e ainda lucrar?	Felix Reinders	Presidente da ICID-CIID
OS-TP-53	Agricultura e Serviços Ecosistêmicos: Os produtores podem salvar rios e ainda lucrar?	Adriana Niemeyer Pires Ferreira	Relatora voluntária do 8º FMA
OS-RP-13	Preparação para desastres - Exercício de campo para resposta a terremotos na Ásia	Tadashige KAWASAKI	Rede de Organizações Asiáticas de Bacias Hidrográficas (Narbo)
OS-RP-13	Gestão de crises: estratégias para bacias hidrográficas nas Américas e Ásia-Pacífico.	Relator Voluntário: Ana Costa Marques Machado / Coordenador da Sessão: Ney Maranhão	Diretor da Agência Nacional de Águas do Brasil
OS-RP-01	Segurança Hídrica e Resiliência Climática para o Desenvolvimento Sustentável da África – Planejamento de Investimento Climático ao Nível da Bacia Hidrográfica: Experiências da Comissão do Rio Orange Senqu	Lenka Thamae	Orasecom

## ESCALA GLOBAL

SESSÃO	TEMA DA APRESENTAÇÃO	PALESTRANTE	INSTITUIÇÃO
PP-NG-04	Mesa Redonda Ministerial de Alto Nível - "Desenvolvimento"	Responsável pelo Processo Político - Reinaldo Salgado	Ministério das Relações Internacionais - Itamaraty
PP-NG-05	Mesa Redonda Ministerial de Alto Nível - "Urbano"	Responsável pelo Processo Político - Reinaldo Salgado	Ministério das Relações Internacionais - Itamaraty
SS-TP-11	Sessão de encerramento do tema Urbano		
OS-TP-77	Painel: Educação e capacitação em água não são despesas, são investimentos	Dinara R. Ziganshina	<i>Scientific Information Center of Interstate Commission for Water Coordination in Central Asia</i>



